No : TA/TK/2018/34

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA *METHYL ACRYLATE* DENGAN PROSES ESTERIFIKASI ASAM AKRILAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Kimia

Oleh:

Nama	**: Lutfa Rahmawati**	**Nama**	**: M. Iqbal Maulana**
No. Mahasiswa	**: 14521090**	**No.Mahasiswa**	**: 14521293**

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2018

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
***METHYL ACRYLATE* DENGAN PROSES ESTERIFIKASI ASAM**
AKRILAT DAN METANOL KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Lutfa Rahmawati	Nama	: M. Iqbal Maulana
No. Mahasiswa	: 14521090	No.Mahasiswa	: 14521293

Yogyakarta, 13 Agustus 2018

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Perancangan Pabrik *Methyl Acrylate* dengan Proses Esterifikasi Asam Akrilat dan Metanol dengan Kapasitas 24.000 Ton/Tahun adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

METERAI TEMPEL A34A4AFF236824954 6000 ENAM RIBU RUPIAH

Lutfa Rahmawati

METERAI TEMPEL DAE43AFF236824955 6000 ENAM RIBU RUPIAH

M. Iqbal Maulana

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
***METHYL ACRYLATE* DENGAN PROSES ESTERIFIKASI ASAM AKRILAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama	**: Lutfa Rahmawati**	**Nama**	**: M. Iqbal Maulana**
No. Mahasiswa	**: 14521090**	**No.Mahasiswa**	**: 14521293**

Yogyakarta, __ Agustus 2018

Pembimbing I,	**Pembimbing II**
Ir. Tuasikal Muhammad Amin, M.Sn.	**Venitalitya Alethea S.A, S.T.,M.Eng.**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
***METHYL ACRYLATE* DENGAN PROSES ESTERIFIKASI ASAM AKRILAT DAN METANOL KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Lutfa Rahmawati
No. Mahasiswa : 14521090

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, __ September 2018

Tim Penguji

Ir. Tuasikal Muhammad Amin, M.Sn
Ketua

Ir. Drs. Faisal RM, MSIE., Ph.D
Anggota I

Muflih Arisa Adnan, S.T., M.Sc
Anggota II

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Dr. Suharno Rusdi

Kata Pengantar

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Kimia *Methyl Acrylate* dengan Proses Esterifikasi Asam Akrilat dan Metanol Kapasitas 24.000 Ton/Tahun".

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk kami.
2. Bapak Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Rektor Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia FTI UII yang selama kuliah dijurusan Teknik Kimia ini telah membimbing kami dengan sabar.
5. Bapak Ir. Tuasikal Muhammad Amin, M.Sn. sebagai pembimbing pertama yang selalu memberikan arahan dan bimbingan kepada kami selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
6. Ibu Venitalitya Alethea S.A, S.T.,M.Eng. sebagai pembimbing kedua yang dengan sabar dan selalu menyempatkan waktunya untuk membimbing kami dalam pengerjaan tugas akhir ini.

7. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
8. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2014 yang telah mendukung dan memberikan semangat dan telah berjuang bersama-sama selama ini.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, __ Agustus 2018

Penusun

Lutfa R M. Iqbal M

Daftar Isi

HALAMAN JUDUL ..... **i**
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL ..... **ii**
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING. ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI. ..... **iv**
Kata Pengantar ..... **v**
Daftar Isi ..... **vii**
Daftar Tabel ..... **x**
Daftar Gambar ..... **xii**
Abstrak ..... **xiii**
Abstract ..... **xiv**
BAB I. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Kapasitas Perancangan 2
1.3 Ketersediaan Bahan Baku 5
1.4 Tinjauan Pustaka 5
1.4.1 Pemilihan Proses 5
1.4.2 Kegunaan Produk 9
BAB II. PERANCANGAN PRODUK **11**
2.1. Spesifikasi Produk 11
2.2. Spesifikasi Bahan Baku 11
2.3. Spesifikasi Bahan Pembantu 13
2.4. Pengendalian Kualitas 14
BAB III. METODE PENELITIAN **16**
3.1 Uraian Proses 16
3.1.1 Dasar Reaksi 16
3.1.2 Mekanisme Reaksi 16
3.1.3 Sifat Reaksi 17
3.2 Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses 20
3.2.1 Diagram Alir Proses 20

3.2.2 Tahapan Proses 23
3.2.3 Neraca Massa dan Neraca Panas 24
3.2.4 Neraca Massa 24
3.2.5 Neraca Panas 28
3.3 Spesifikasi Alata/Mesin Produk 29
3.3.1 Reaktor 29
3.3.2 Decenter 31
3.3.3 Menara Distilasi 01 32
3.3.4 Menara Distilasi 02 33
3.3.5 Separator 34
3.3.6 Condensor 01 35
3.3.7 Condensor 02 36
3.3.8 Condensor 03 37
3.3.9 Reboiler 01 38
3.3.10 Reboiler 02 38
3.3.11 Tangki Penyimpanan 39
3.3.12 Heat Exchanger 42
3.3.13 Pompa 50
3.4 Perencanaan Produksi 57
BAB IV. PERANCANGAN PABRIK 58
4.1 Lokasi Pabrik 58
4.2 Tata Letak Pabrik 60
4.3 Tata Letak Alat 65
4.4 Perawatan (*Maintenance*) 68
4.5 Utilitas 69
4.5.1 Unit Pengadaan Air 70
4.5.2 Pengolahan Air 74
4.5.3 Unit Penyediaan Steam 77
4.5.4 Unit Penyediaan Listrik 78
4.5.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar 79
4.5.6 Unit Penyedia Udara Tekan 79

4.5.7 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas 80
4.6 Laboratorium..... 94
4.6.1 Program Kerja Laboratorium 95
4.6.2 Prosedur Analisa Produk..... 97
4.6.3 Unit Pegolahan Limbah..... 97
4.7 Organisasi Perusahaan 98
4.7.1 Bentuk Perusahaan..... 98
4.7.2 Struktur Organisasi 99
4.7.3 Tugas dan Wewenang 103
4.7.4 Ketenagakerjaan..... 110
4.7.5 Kesejahteraan Karyawan..... 113
4.7.6 Fasilitas Karyawan..... 116
4.7.7 Manajemen Produksi 118
4.7.8 Perencanaan Produksi 119
4.7.9 Pengendalian Produksi..... 120
4.8 Evaluasi Ekonomi 121
4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan 123
4.8.2 Perhitungan Biaya 126
4.8.3 Pendapatan Modal..... 127
4.8.4 Analisis Kelayakan 128
4.8.5 Perhitungan Ekonomi..... 130
BAB V. PENUTUP..... 142
5.1. Kesimpulan 142
5.2. Saran 143
DAFTAR PUSTAKA..... 145
LAMPIRAN..... 147

Daftar Tabel

Tabel 1.1. Data Impor *Methyl Acrylate* di Indonesia 3

Tabel 1.2. Kapasitas Produksi Berbagai Pabrik di Dunia 4

Tabel 1.3. Perbandingan Proses Produksi 8

Tabel 3.1 Harga ΔG^0f Masing-masing Komponen 18

Tabel 3.2. Harga ΔH^0f Masing-Masing Komponen 19

Tabel 3.3. Neraca Massa Reaktor 1 25

Tabel 3.4Neraca Massa Decanter 26

Tabel 3.5Neraca Massa Menara Distilasi 01 27

Tabel 3.6 Neraca Massa Pada Menara Distilasi 02 27

Tabel 3.7. Neraca Massa Pada Separator 28

Tabel 3.8 Neraca Panas Pada Reactor 28

Tabel 3.9 Neraca Panas Pada Decanter 28

Tabel 3.10 Neraca Panas Pada Menara Distilasi 01 28

Tabel 3.11 Neraca Panas Pada Menara Distilasi 02 29

Tabel 3.12 Neraca Panas Pada Separator 29

Tabel 4.1. Perician Luas Tanah 63

Tabel 4.2. Kebutuhan Air Pendingin 72

Tabel 4.3. Kebutuhan Air Untuk Pembangkit Steam 73

Tabel 4.4. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi 74

Tabel 4.5. Jadwal Pembagian kelompok shift 112

Tabel 4.6. Perincian Tugas dan Keahlian 114

Tabel 4.7. Jumlah Karyawan Menurut Jabatan 114

Tabel 4.8. Perincian Golongan dan Gaji Karyawan 116

Tabel 4.9. Indeks Harga Alat 123

Tabel. 4.10. Harga Alat Proses..... 131

Tabel. 4.11. Harga Alat Utilitas 132

Tabel. 4.12. Data *Physical Plant Cost* (PPC)..... 133

Tabel. 4.13. Data *Fixed Capital Investment* (FCI)..... 133

Tabel. 4.14. Tabel Bahan Baku Pabrik *Mrthyl Acrylate* 134

Tabel. 4.15. *Direct Manufacturing Cost* (DMC) 134

Tabel. 4.16. *Indirect Manufacturing Cost*(IMC) 135

Tabel. 4.17. *Fixed Manufacturing Cost* (FMC) 135

Tabel. 4.18. *Manufacturing Cost* (MC) 135

Tabel. 4.19. *Working Capital* (WC)..... 136

Tabel. 4.20. *General Expense* (GE) 136

Tabel. 4.21. Analisa Kelayakan 140

Daftar Gambar

Gambar 1.1. Grafik Impor *Methyl Acrylate* di Indonesia..... 3

Gambar 1.2 Struktur Kimia *Methyl Acrylate* 6

Gambar 3.1. Diagram Alir Proses 21

Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif 22

Gambar 4.1. *Lay Out* Pabrik *Methyl Acrylate* 64

Gambar 4.2. Tata Letak Alat Proses..... 67

Gambar 4.3. Struktur Organisasi 102

Gambar 4.4. Grafik Indeks Harga Tiap Tahun..... 124

Gambar. 4.5. Grafik Hubungan Kapasitas Produksi terhadap BEP dan SDP 141

ABSTRAK

Methyl Acrylate adalah salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri kimia dibidang polimer (poliakrilat). Biasanya *Methyl Acrylate* digunakan sebagai bahan baku pembuatan cat (*coating*), bahan perekat, dan *binder* untuk industri kulit, kertas, dan tekstil serta untuk komponen kopolimer dari *acrylic fiber*. Pendirian pabrik *methyl acrylate* direncakan akan didirikan di daerah Cilegon, Banten, Jawa Barat. Hal ini karena lokasi tersebut dekat dengan bahan baku pembuatan *methyl acrylate* yaitu asam akrilat dan metanol. Pada pra rancangan ini proses pembuatan *methyl acrylate* dengan melalui proses esterifikasi asam akrilat dan metanol dengan bantuan katalis asam sulfat. Tekanan operasi 1 atm dan temperatur operasi sebesar 55°C. Proses reaksi berlangsung pada fase cair-cair menggunakan jenis reaktor *Continous Stirer Tank Reactor* (CSTR) pada kondisi isotermal. Proses pemisahan menggunakan dekanter dan dua buah menara distilasi. Produk *Methyl Acrylate* yang merupakan hasil atas menara distilasi kedua mempunyai kemurnian sebesar 99,5%.

Pendirian pabrik diperkirakan pada tahun 2023, didirikan di atas tanah seluas 21.100 m^2. Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun dengan kebutuhan bahan baku asam akrilat sebesar 2.627 kg/jam dan metanol sebesar 1.374 kg/jam. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 150 orang. Kebutuhan utilitas meliputi air pendingin sebanyak 29.535 kg/jam, air konsumsi umum dan sanitasi sebanyak 11.000 kg/jam dan *makeup boiler* sebanyak 6.255 kg/jam, bahan bakar sebanyak 380 L/jam dan kebutuhan listrik sebesar 368 KW.

Evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 27,4%, sesudah pajak 13,15%, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,67 tahun, setelah pajak 4,32 tahun. *Break Event Point* (BEP) 53,24%, *Shut Down Point* (SDP) 31,06%, dan *Discounted Cash Flow* (DCF) 15,37%. Dari hasil evaluasi ekonomi, pabrik *Methyl Acrylate* dari asam akrilat dan metanol dengan kapasitas 24.000 ton/tahun layak untuk direalisasikan pembangunannya di Indonesia.

Kata-kata kunci: *Methyl Acrylate*, polimer, CSTR

ABSTRACT

Methyl acrylate is one of chemical materials that is used as raw material in various chemical industries of polymer (polyacrylate). In general, methyl acrylate is used as raw material of making paint (coating), adhesive, and binder for leather industry, paper industry, and textile industry. Also, it is used as component of copolymer from acrylic fiber. The factory of methyl acrilate will be built in Cilegon, Banten, West Java because the location is close to the raw materials of methyl acrylate which are acrylate acid and methanol. On the pre-design, the process of making methyl acrylate through esterification of acrylate acid and methanol is supported by sulfat acid catalyst. The operation pressure is 1 atm and the operation temperature is 55 celcius degree. The reaction process occurs in the phase of fluid-fluid using the Continous Strirer Tank Reactor (CSTR) in the isothermal condition. The separation process uses dekanter and two distillation towers. The product of methyl acrylate as the result of the second distillation tower has the purity in the amount of 99.5%.

The factory will be operated in 2023 on 21.100 meters of land. The factory will operate for 24 hours per day and 330 days per year with the consuming of methyl acrylate in the amount of 2. 627, 503 kg/hour and methanol in the amount of 1.374, 055 kg/hour. Total of labors is 150. The amount of utility needs, such as cooling water is 29.535 kg/hour, public consuming water and sanitation is 11000 kg/hour and make up boiler is 6255 kg/hour, fuel is 380 L/hour, electricity is 367,56 KW.

Economic evaluation shows that Percent Return on Investment (ROI) before tax is 27.4%, after tax is 13.15%, Pay Out Time (POT) before tax is 2.67 years, after tax is 4.32 years. The percentage of Break Event Point (BEP) is 53.24%, shut down point (SDP) is 31.06%, and Discounted Cash Flow (DCF) is 15.37%. Based on the result of economic evaluation, methy acrylate factory from acrylate acid and methanol with the capacity in the amout of 24000 tons/ year is feasible to be realized in Indonesian.

Keywords : methyl acrylic,polymer,CSTR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang harus mempersiapkan diri untuk menghadapi era perdagangan bebas yang akan segera dimulai. Saat ini Indonesia masih tertinggal dibanding negara-negara lain dalam menghadapi era tersebut. Oleh karena itu berbagai upaya harus dilakukan agar Indonesia dapat bersaing dengan negara-negara lain.

Industri kimia memegang peranan penting dalam meningkatkan kemajuan bangsa. Salah satunya yaitu industri petrokimia yang saat ini mulai berkembang pesat di Indonesia. Hal tersebut dapat menunjang pertumbuhan industri lainnya. Namun berbagai kebutuhan produk-produk kimia belum seluruhnya dapat dihasilkan sendiri. Sebagian atau seluruhnya masih diimpor dari berbagai negara, terutama bahan-bahan yang merupakan produk antara untuk dijadikan berbagai produk lain yang lebih bermanfaat dan luas penggunaannya.

Methyl acrylate merupakan bahan antara yang banyak digunakan sebagai bahan baku pada industri polimer (poliakrilat). Polimer digunakan sebagai cat (*coating*), bahan perekat, dan binder untuk industri kulit, kertas, dan tekstil. *Methyl acrylate* sendiri merupakan bahan aditif dalam pembuatan perekat berbasis kopolimer, industri *fiber* serta digunakan dalam produksi antioksidan dan amino ester.

Pembangunan industri kimia yang menghasilkan produk *methyl acrylate* sangat penting karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri yang pada akhirnya akan mengurangi pengeluaran devisa negara untuk mengimpor bahan baku tersebut. Selain itu, mengingat nilai strategis *methyl acrylate* yang ditunjukkan dengan luas penggunaannya, maka adanya industri *methyl acrylate* monomer sebagai bahan baku produk intermediet mempunyai prospek yang cukup baik di Indonesia.

1.2 Kapasitas Perancangan

Kapasitas produksi dari pabrik akan mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis dalam perancangan pabrik. Semakin besar kapasitas produksinya maka kemungkinan keuntungannya juga semakin besar. Namun ada faktor-faktor lain yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas priduksi. Pabrik *methyl acrylate* yang dirancang direncanakan berdiri pada tahun 2023. Untuk memperoleh kapasitas perancangan pabrik tersebut terdapat pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

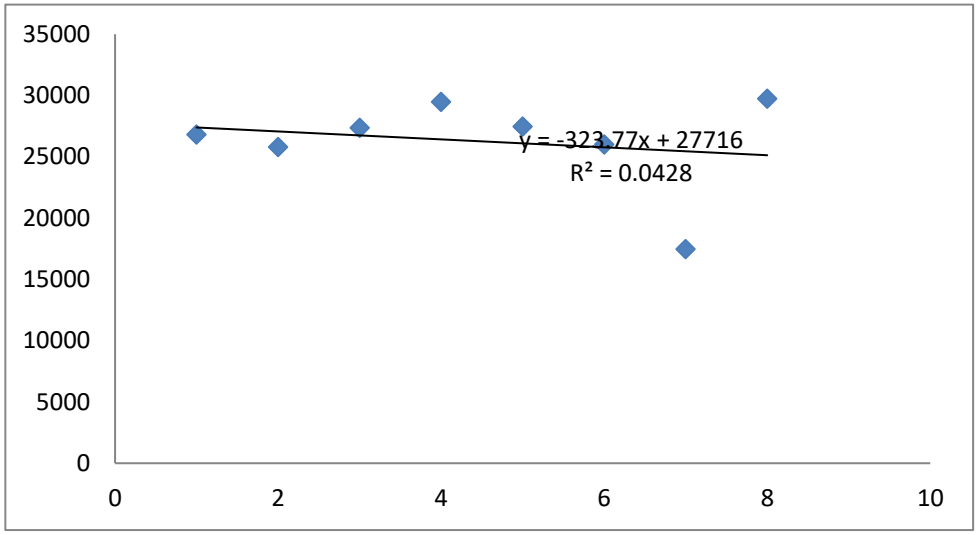
a. Kebutuhan *Methyl Acrylate* di Indonesia

Proyeksi kebutuhan *methyl acrylate* dapat dicari melalui data impor. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia memiliki kebutuhan impor *methyl acrylate* yang dapat dilihat pada Tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 1.1. Data Impor *Methyl Acrylate* di Indonesia

Tahun	Tahun Ke-	Impor (Ton)
2010	1	26.807
2011	2	25.800
2012	3	27.342
2013	4	29.464
2014	5	27.465
2015	6	25.988
2016	7	17.464
2017	8	29.742

(Sumber : bps.go.id)



Gambar 1.1. Grafik Impor *Methyl Acrylate* di Indonesia

Dari data pada tabel di atas dapat diperkirakan impor *methyl acrylate* pada tahun 2023 (tahun ke-14) dengan metode persamaan regresi linier adalah sebesar 23.184 ton/tahun.

b. Kapasitas Produksi *Methyl Acrylate* yang Sudah Berdiri

Untuk memproduksi *methyl acrylate* harus melakukan perbandingan terhadap kapasitas produksi dari berbagai pabrik yang telah ada sebelumnya. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Kapasitas Produksi Berbagai Pabrik di Dunia

Pabrik	Kapasitas
Toa Gosei Co., Ltd	20.000 ton/tahun
Arkema Inc.	45.000 ton/tahun
Singapore Acrylic Ester Pte., Ltd	82.000 ton/tahun

(Sumber: sumitomo-chem.com, chemicals-technology.com, icis.com)

Berdasarkan pada data diatas diketahui bahwa kebutuhan *methyl acrylate* di Indonesia hasil dari regresi linier adalah sebesar 23.184 ton/tahun. Sedangkan kapasitas minimal pabrik *methyl acrylate* yang telah berdiri di negara-negara lain adalah sebesar 20.000 ton/tahun dan kapasitas maksimal sebesar 82.000 ton/tahun. Oleh karena itu dapat ditentukan bahwa kapasitas perancangan pabrik *methyl acrylate* adalah sebesar 24.000 ton/tahun. Sehingga diharapkan:

1. Memenuhi kebutuhan *methyl acrylate* dalam negeri.
2. Meningkatkan pendapatan negara di sektor industri, serta dapat menghemat impor *methyl acrylate*.
3. Meningkatkan pertumbuhan industri kimia di Indonesia dalam rangka menghadapi era pasar bebas.

4. Memberikan lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi jumlah pengangguran serta meningkatkan perekonomian masyarakat Indonesia.

1.3 Ketersediaan Bahan Baku

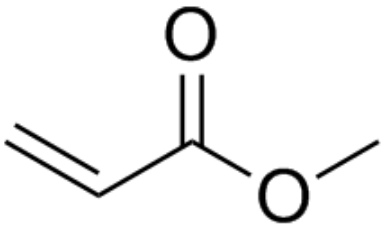
Bahan baku pembuatan *methyl acrylate* adalah *acrylic acid* dan methanol. Kedua bahan baku tersebut dapat dipenuhi dari dalam negeri yaitu *acrylic acid* yang diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia (PT NSI) yang terletak di Cilegon, Banten. PT. NSI memproduksi *acrylic acid* dengan kapasitas 140.000 ton/tahun yang mana merupakan produsen terbesar di Asia Tenggara untuk produk *acrylic acid* dan turunannya. Sedangkan bahan baku methanol dapat diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Indonesia yang terletak di Bontang, Kalimantan Timur yang mempunyai kapasitas produksi sebesar 660.000 ton/tahun. Sehingga dengan demikian bahan baku cukup tersedia dan mudah diperoleh.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Pemilihan Proses

Methyl acrylate merupakan suatu senyawa organik dengan rumus $CH_2CHCO_2CH_3$. Senyawa ini merupakan metil ester dari *acrylic acid*. *Methyl acrylate* berbentuk cairan yang tidak berwarna dengan karakteristik bau yang tajam, serta larut dalam pelarut organik dan larut terhadap air. Senyawa ini banyak diproduksi sebagai *acrylate fiber*, yang banyak digunakan untuk menenun karpet sintetis. Senyawa ini juga banyak digunakan sebagai reagen pada sintetis berbagai macam produk farmasi. Dari segi *hazard*-nya, senyawa

ini termasuk senyawa yang berbahaya dan mudah terbakar. Struktur kimia *methyl acrylate* ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Struktur Kimia *Methyl Acrylate*

Methyl Acrylate dapat diproduksi dari beberapa proses, diantaranya adalah :

a. <u>Proses Asetilen</u>

Pada proses ini *methyl acrylate* dibuat dengan mereaksikan dengan alkohol dalam suasana asam dengan katalis nikel karbonil pada tekanan 141-316 atm pada suhu 220-270^{0}C. Kerugian proses ini adalah kesulitan dalam penanganan nikel karbonil yang beracun dan korosif serta kondisi operasi yang tinggi. Reaksi pada proses asetilen adalah sebagai berikut :

$$4C_2H_2+4CH_3OH+2HCL+Ni(CO)_4 \longrightarrow 4CH_2{=}CHCOOCH_3+NiCl_2+H_2$$

b. <u>Oksidasi Propilen</u>

Proses oksida ini mula-mula akan membentuk akrolein. Oksidasi akrolein akan membentuk *acrylic acid*. Reaksi ini dilakukan pada fase uap dengan menggunakan katalisator cobalt malybdate-tellurium oksida dengan kondisi operasi 500^{0}C dan tekanan atmosferis. Gas panas yang keluar dari reaktor segera didinginkan di

dalam alat pendingin untuk mencegah reaksi lebih lanjut dan pertumbuhan polimer. *Acrylic acid* diperoleh dengan memisahkan pada menara distilasi kemudian diesterifikasi pada suhu 200^0C dengan menambahkan metanol dan katalisator asam mineral sehingga diperoleh *methyl acrylate* dengan konversi 58%. Reaksinya adalah :

$CH_2CHCH_3CN+O_2 \longrightarrow CH_2CHCHO+H_2O$

$2CH_2CHCHO+O_2 \longrightarrow 2CH_2CHCOOH$

CH2CHCOOH+CH3OH $\longrightarrow$ CH2CHCOOCH3+H2O

c. <u>Proses Esterifikasi *Acrylic Acid*</u>

Pada proses ini *acrylic acid* direaksikan dengan metanol dan menggunakan katalis *sulphuric acid* membentuk *methyl acrylate*. Reaksi esterifikasi *acrylic acid* dan metanol berlangsung pada suhu 50-100^0C dan tekanan atmosferis. Perbandingan mol *acrylic acid* dan metanol yang digunakan adalah 1:1. Reaksi tersebut berlangsung pada reaktor alir tangki berpengaduk. Proses esterifikasi *acrylic acid* ini banyak disukai karena dari segi proses dan kondisi operasinya lebih menguntungkan. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:

$CH_2CHCOOH+CH_3OH \longrightarrow CH_2CHCOOCH_3+H_2O$

Tabel 1.3. Perbandingan Proses Produksi

Proses	Konversi Reaksi	Tahapan reaksi	Bahan Baku	Kondisi Operasi	Produk Samping
Proses Asetilen	Konversi reaksi sebesar 92%	Reaksi berlangsung 1 tahap	Bahan baku gas alam terbatas. Menggunakan katalis nikel karbonil yang beracun dan korosif	Berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu 220-270 ^oC	Produk samping berupa $NiCl_2$ dan H_2
Oksidasi Propilen	Konversi reaksi sebesar 58%	Reaksi berlangsung 2 tahap	Bahan baku dan katalis susah diperoleh	Berlangsung pada suhu tinggi yaitu 400-500^{0}C	Produk samping berupa H_2O sehingga aman
Esterifikasi Asam Akrilat	Konversi reaksi sebesar 98%	Reaksi berlangsung 1 tahap	Bahan baku relatif mudah didapat Katalis yang digunakan murah Membutuhkan katalis asam yang bersifat korosif	Berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu 50-100 ^oC	Produk samping berupa H_2O sehingga aman

Dari beberapa proses yang telah dijelaskan di atas perlu dipertimbangkan kelayakan pemakaian suatu proses dalam perancangan agar pabrik yang dirancang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Kriteria yang harus di perhatikan dalam pemilihan suatu proses antara lain yaitu, proses sederhana, peralatan yang digunakan sederhana, murah dan mudah didapat, kondisi operasi (suhu dan tekanan) yang tidak terlalu tinggi, serta bahan baku yang digunakan murah dan mudah didapat. Setelah mengetahui kelebihan dan kekurangan pada masing-masing proses dan melakukan beberapa pertimbangan, maka dipilih proses esterifikasi *acrylic acid* untuk memproduksi *methyl acrylate*.

1.4.2 Kegunaan Produk

Methyl acrylate merupakan bahan baku untuk produksi polimer (poliakrilat). Polimer ini digunakan sebagai bahan perekat, binder untuk industri kulit, kertas, dan untuk komponen kopolimer dan *acrylic fiber*. Selain itu, polimer ini juga digunakan oleh berbagai pabrik cat (*coating*) yaitu PT. ICI Indonesia, Jakarta dan berbagai industri tekstil seperti PT. Acryl Textile Mills, Jakarta.

Berikut adalah penjelasan tentang kegunaan produk *methyl acrylate* yang telah banyak digunakan dalam berbagai macam industri:

1. Sebagai bahan baku pembuatan polimer emulsi dan larutan polimer. Polimer emulsi banyak digunakan sebagai bahan pelapis pada proses akhir pada industri kayu, furniture dengan bahan baku besi, kontainer,

kaleng serta kawat; bahan perekat dan bahan pengikat pada industri kulit, tekstil, dan kertas; bahan baku untuk pembuatan cat dan pengkilap lantai serta serat dan plastik sintesis.

2. Digunakan sebagai amfoter surfaktan. Proses pembuatannya yaitu amina lemak dasar (lauril amina) direaksikan dengan *methyl acrylate* untuk menghasilkan ester N-lemak amino propionik.
3. Digunakan sebagai substrat untuk menghasilkan sistein dan vanilin yang kemudian diproses lebih lanjut untuk industri pangan sebagai bahan tambahan makanan. Sistein dan vanilin dalam industri pangan terutama digunakan pada reaksi *flavour* (*savoury flavour*), selain itu digunakan sebagai antioksidan, kondisioner alami adonan roti. Di Amerika, sistein dalam bentuk n-acetyl sistein digunakan pada produk *dietary supplement.*

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Methyl Acrylate

Rumus molekul	: $CH_2CHCOOCH_3$
Berat molekul	: 86,09 g/mol
Kenampakan	: Cairan tak berwarna (pada 1 atm, 30^0C)
Titik didih	: $80,5^0$C (760 mmHg)
Titik leleh	: $-76,5^0$C (760 mmHg)
Suhu kritis	: 263^0C
Spesifik gravity	: 0,9561
Tekanan kritis	: 39,52 atm
Tekanan uap	: 65 mmHg (20^0C)
Densitas	: 0,9561 g/ml (25^0C)
Viskositas	: 0,49 cp (20^0C)
Kemurnian	: 99,5% (0,45% air dan 0,05% metanol)
Kelarutan	: larut dalam alkohol, eter, dan sedikit larut dalam air

(Sumber: *Methyl Acrylate* MSDS)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

1) Asam Akrilat

Rumus molekul : $CH_2CHCOOH$

Berat molekul : 72,06 g/mol

Kenampakan : Cairan tak berwarna (pada 1 atm, 30^0C)

Titik didih : 141^0C

Titik leleh : 14^0C

Suhu kritis : 342^0C

Spesifik gravity : 1,05

Tekanan kritis : 56 atm

Tekanan uap : 3 mmHg (20^0C)

Densitas : 1,0511 g/ml (20^0C)

Viskositas : 1,19 cp (20^0C)

Kemurnian : 99% (1% air)

Kelarutan : larut dalam air, sedikit larut dalam *acetone*, tidak larut dalam *diethyl ether*.

(Sumber: *Acrylic Acid* MSDS)

2) Metanol

Rumus molekul : CH_3OH

Berat molekul : 32,04 g/mol

Kenampakan : Cairan tak berwarna (pada 1 atm, 30^0C)

Titik didih : $64,5^0$C

Titik leleh : $-97,8^0$C

Suhu kritis : 240^0C

Spesifik gravity : 0,7915

Tekanan kritis : 78,5 atm

Tekanan uap : 128 mmHg (20^0C)

Densitas : 0,7924 g/cm^3(20^oC)

Viskositas : 0,55 cp (20^0C)

Kemurnian : 99,9% (0,1% air)

Kelarutan : mudah larut dalam air.

(Sumber: *Methyl Alcohol* MSDS)

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

Asam Sulfat

Rumus molekul : H_2SO_4

Berat molekul : 98,08 g/mol

Kenampakan : Cairan kental tak berwarna (1 atm, 30^0C)

Titik didih : 270^0C (760 mmHg)

Titik leleh : -35^0C

Suhu kritis : $650,89^0$C

Spesifik gravity : 1,84

Tekanan kritis : 63,16 atm

Densitas : 1,84 g/cm^3

Viskositas : 3,9 cp (25^0C)

Kemurnian : 93% (3% air)

Kelarutan : larut dalam air.

(Sumber: *Sulfuric Acid* MSDS)

2.4 Pengendalian Kualitas

a. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Bahan baku dapat menentukan kualitas produk yang akan dihasilkan. Oleh karena itu pemilihan bahan baku dengan kualitas yang baik harus dilakukan. Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap bahan baku yang diperoleh dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Adapun parameter yang akan diukur untuk menganalisa bahan baku adalah sebagai berikut:

a) Kemurnian dari bahan baku asam akrilat dan metanol
b) Kandungan yang ada di dalam asam akrilat dan metanol
c) Kadar air
d) Kadar zat pengotor

b. Pengendalian Kualitas Produk

Saat perencanaan produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Dalam hal ini penyesuaian dan koreksi dilaksanakan dengan segera sebelum terjadi kerusakan yang semakin banyak. Selain itu pengawasan terhadap tingkat kualitas dari hasil atau produk yang dihasilkan untuk memperoleh mutu standar juga harus dilakukan. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standart dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Produk yang telah dihasilkan harus dianalisa kualitasnya sebelum produk tersebut dipasarkan.

c. Pengendalian Proses Produksi

Selain bahan baku dan produk, proses produksi juga harus dilakukan pengendalian karena proses produksi yang berjalan sesuai prosedur dan dikendalikan sesuai standart yang dipakai dapat menghasilkan produk yang sesuai spesifikasi. Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan sistem kontrol.

1. Alat Sistem Control

1) *Controller* dan Indikator, meliputi level indikator dan *control, temperature, indicator control, pressure control, flow control.*
2) Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses, alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve.*

2. Aliran Sistem Control

1) Aliran pneumatis (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
2) Aliran electrik (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
3) Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Dasar Reaksi

Proses pembuatan *Methyl Acrylate* ($CH_2CHCOOCH_3$) ini berlangsung didalam reactor alir tangki berpengaduk (RATB) pada suhu 55^oC dan tekanan 1 atm dengan bantuan katalis asam sulfat (H_2SO_4).

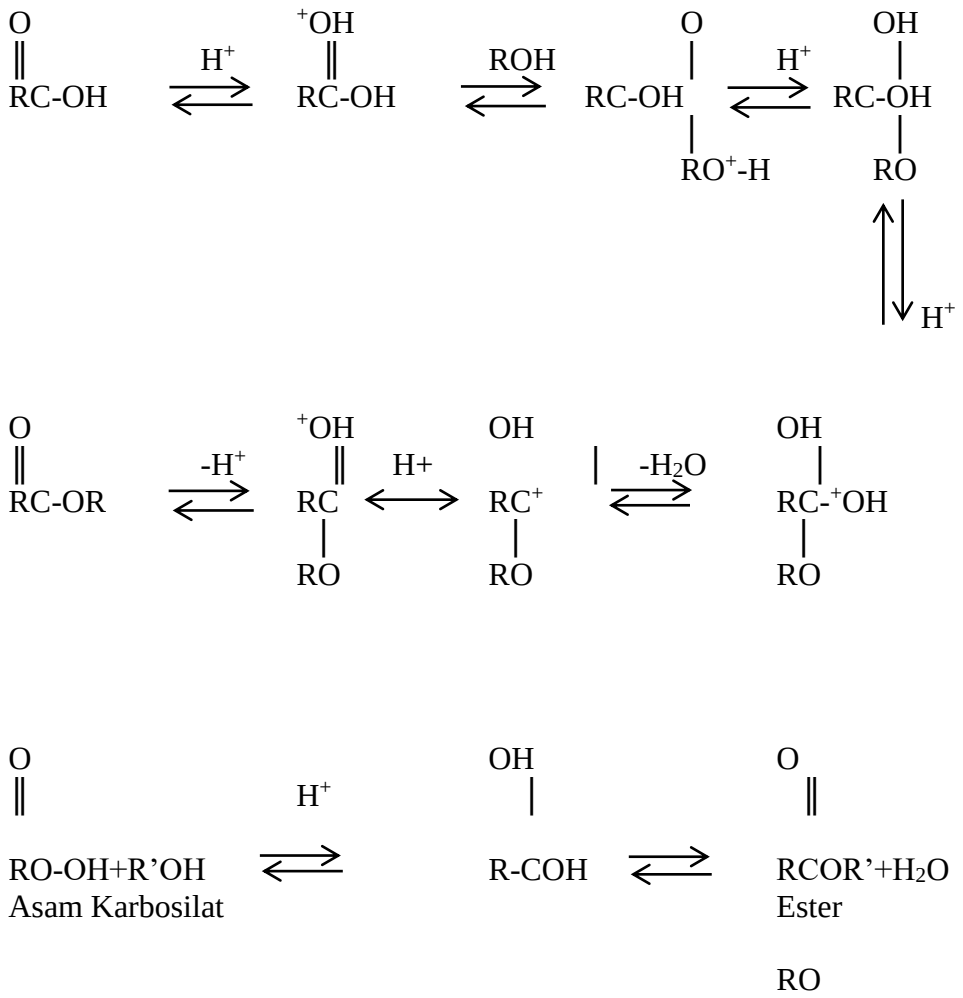
Reaksi antara asam akrilat ($CH_2CHCOOCH_3$) dengan methanol (CH_3OH) adalah suatu reaksi substitusi gugus radikal organic dengan ion hydrogen berasal dari asam. Dengan putusnya ikatan karbonil oksigen atau ikatan alkil oksigen,maka terbentuklah air.

Reaksi :

$$CH_2CHCOOH + CH_3OH \longrightarrow CH_2CHCOOCH_3 + H_2O$$

3.1.2 Mekanisme Reaksi

Proses pembuatan *Methyl Acrylate* dengan proses esterifikasi dilakukan dalam reactor alir tangki berpengaduk. Di dalam reactor terjadi reaksi esterifikasi suatu asam karboksilat berlangsung melalui proses protonasi dan deprotonasi. Oksigen karbonil diprotonasi,alkohol nukleofilik menyerang karbon positif,dan eliminasi air akan menghasilkan ester yang dimaksud



(Fessenden & Fessenden,1986)

3.1.3 Sifat Reaksi

a. Tinjauan Kinetika

Reaksi antara *acrylic acid*dengan *methanol*termasuk reaksi orde dua.

Reaksi : *Acrylic acid* + *methanol* $\longrightarrow$ *Methyl acrylate* + Air

Persamaan kecepatan reaksi :

$$-ra = k.C_A.C_B \quad \text{.....(1)}$$

$$-ra = CAo\frac{dxa}{dt} = rC_{AO}{}^{2}(1 - x_A).(M - x_A) \text{ ....} (2)$$

Jika :

$$M = \frac{C_{Bo}}{C_{Ao}} \text{ ....} \quad (3)$$

$$-ra = k.C_{Ao}{}^{2}.[1 - x_A][M - x_A] \text{ ....} \quad (4)$$

Dengan:

C_{Ao}= Konsentrasi *Acrylic acid* mula-mula, kmol/L

C_{Bo} = Konsentrasi *Methanol* mula-mula, kmol/L

X_A= Konversi dari *Acrylic acid*

(Levenspiel- chemical reaction engineering.3rd edition)

b. Tinjauan Termodinamika

Reaksi : CH_2CHOOH+ CH_3OH $\rightleftharpoons$ $CH_2CHCOOH_3$+ H_2O jika ditinjau dari segi termodinamika, harga ΔG^0f masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada Tabel 3.1. sebagai berikut:

Tabel 3.1 Harga ΔG^0f Masing-masing Komponen

Komponen	**Harga ΔG^0f (Kj/kmol)**
Acrylic acid (AA)	-323,5
Methanol (M)	-162,51
Methyl acrylate (MA)	-257,32
Air	-228,6

(Yaws,1999)

Total $\Delta G^0 r_{298K}$ = ΔH^0f produk - ΔH^0f reaktan

= (ΔH^0f MA + ΔH^0f air) - (ΔH^0f AA + ΔH^0f M)

= (-257,32+(-241,814)) – (-323,5 + -200,94)

= -37,350 kJ/mol

$$\ln \frac{K}{Ko} = \frac{-\Delta H 298}{R} x \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{To} \right] \quad \text{.....} \quad (5)$$

(Smith VanNess,1987)

Dengan : Ko = konstanta kesetimbangan pada suhu 298 K

K = konstanta kesetimbangan pada suhu tertentu

T = temperatur tertentu

ΔH_{298} = panas reaksi standar pada 298 K

Sedangkan harga ΔH^0f masing – masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Harga ΔH^0f Masing-Masing Komponen

Komponen	**harga ΔG^0 f (kj/mol)**
Asam akrilat (AA)	-355,91
Methanol (M)	-200,94
Methyl Acrylate (MA)	-333
Air	-241,814

(*Yaws,1999)*

Total $\Delta G^0 r_{298K}$ = ΔH^0f produk - ΔH^0f reaktan

= (ΔH^0f MA + ΔH^0f air) - (ΔH^0f AA + ΔH^0f M)

= (-333+(-241,814)) – (-355,91 + -200,94)

= -17,964 kJ/mol

Pada suhu 55 ^{0}C (328 K) besarnya konstanta keseimbangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\ln \frac{K}{3{,}524x10^6} = \frac{50{,}374}{8{,}314} x \left[\frac{1}{323} - \frac{1}{298} \right] \quad \text{.....} \quad (6)$$

K : 1,139 x 10^6

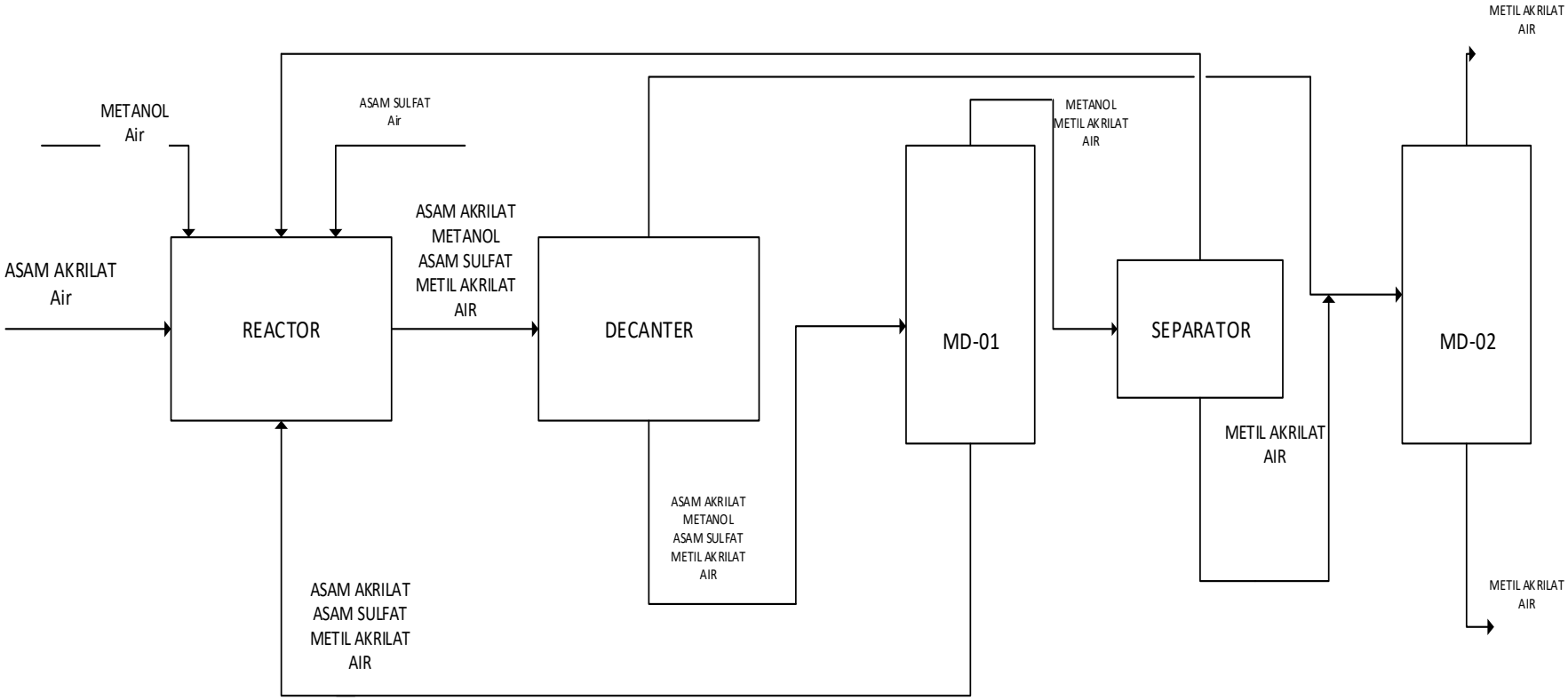
Karena harga K= k_1/k_2 besar, berarti harga k jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan harga k_1 sehingga k_2 diabaikan terhadap k_1 dan reaksi dianggap berjalan satu arah (*Irreversible)*.

3.2 Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses

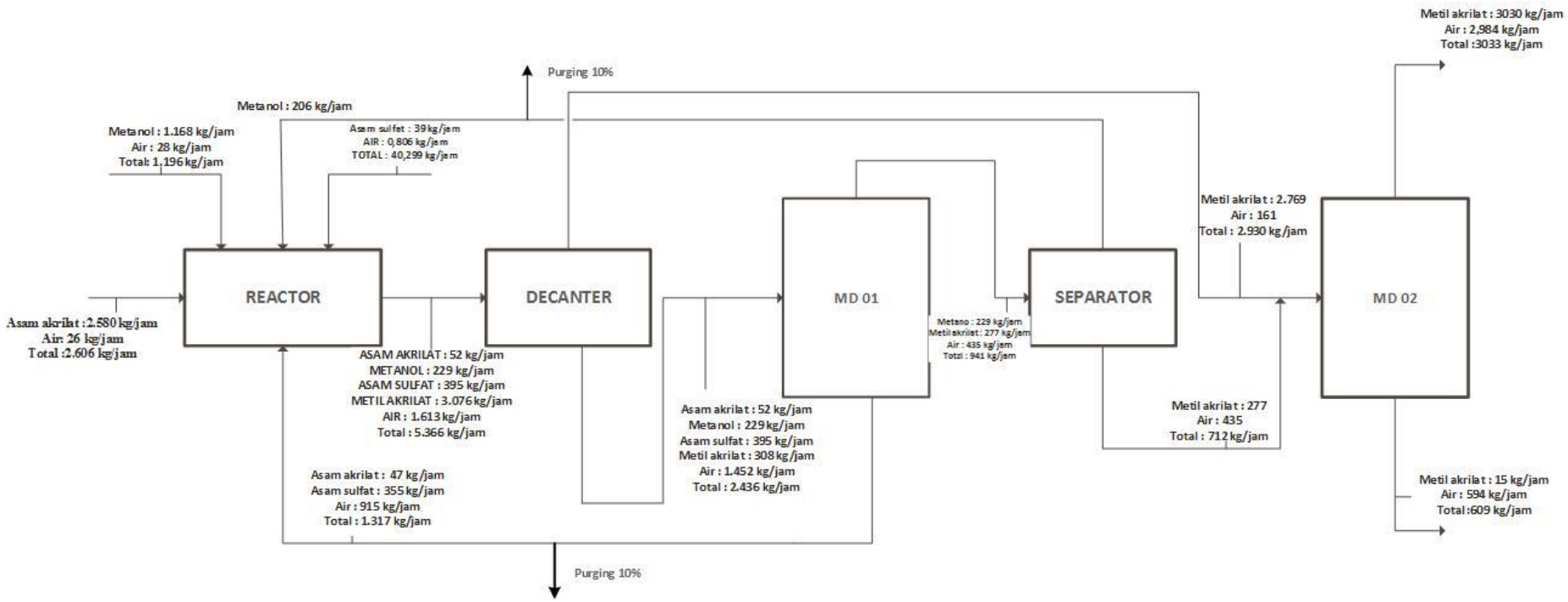
3.2.1 Diagram Alir Proses

Diagram alir perancangan pabrik *Methyl Acrylate* dari metanol dan asam akrilat dapat ditunjukkan dalam dua macam, yaitu :

a. Diagram alir proses
b. Diagram alir kualitatif
c. Diagram alir kuantitatif



Gambar 3.1. Diagram Alir Proses



Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif

3.2.2 Tahapan Proses

Secara umum proses pembuatan *Methyl Acrylate*dari *Acrylic Acid* dan *Methanol* dapat dibagi menjadi tiga :

1. Unit Penyiapan Bahan Baku

   Bahan baku berupa asam akrilat ($CH_2CHCOOH$) dari tangki penyimpanan asam akrilat, methanol (CH_3OH) dari tangki penyimpanan methanol pada kondisi suhu 30^0C dan 1 atm serta asam sulfat (H_2SO_4) sebagai katalisator dari tangki penyimpanan asam sulfat pada suhu 30^0C dan tekanan 1 atm dipompa menuju reaktor (R-01) yang beroperasi pada suhu 55^0C dan 1 atm

2. Unit Reaksi

   Reaksi pembentukan *Methyl Acrylate* ($CH_2CHCOOH$) dilakukan didalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang beroperasi secara isothermal pada 55^0C dan tekanan 1 atm. Perbandingan mol bahan baku asam akrilat ($CH_2CHCOOH$) dan methanol (CH_3OH) adalah 1:1. Sebagai katalisator digunakan asam sulfat 98%. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, sehingga untuk menjaga kondisi isothermal perlu dilakukan pengembalian panas. Panas diambil dari dalam reaktor melalui jaket pendingin.

3. Unit Pemurnian Produk

   Tahap ini bertujuan untuk memperoleh produk *methyl acrylate* ($CH_2CHCOOCH_3$) hingga mencapai kemurnian 99,5%. Hasil reaksi dari reaktor dialirkan menuju decanter yang beroperasi pada suhu 55^0C dan tekanan 1 atm untuk memisahkan fase atas (ringan) dan fase bawah (berat). Fraksi

bawah decanter yang berupa air,asam sulfat,asam akrilat,methanol,dan methyl acrylate diumpankan ke menara distilasi pertama untuk merecycle asam sulfat.

Methyl acrylate dan air yang berasal dari fraksi air atas decanter,dialikran ke menara distilasi kedua untuk mendapatkan kemurnian 99,5%. Hasil atas menara distilasi kedua berupa produk methyl acrylate 99,5% yang selanjutnya didinginkan menggunakan HE-02 sampai suhu45^{0}C kemudian disimpan pada tangki penyimpanan pada suhu 30^{0}C sedangkan hasil bawahnya, didinginkan menggunakan HE-03 sampai suhu 40^{0}C yang selajutnya dibuang ke unit pengolahan limbah.

3.2.3 Neraca Massa dan Neraca Panas

Produk	: Methyl Acrylate 99,5%
Kapasitas Perancangan	: 24.000 ton/tahun
Waktu operasi selama 1 tahun	: 330 hari
Waktu operasi selama 1 hari	: 24 jam

3.2.4 Neraca Massa

Diagram alir neraca massa sistem tabel

Basis perhitungan	: 1 jam operasi
Satuan	:kg

Tabel 3.3. Neraca Massa Reaktor

KOMPONEN	Masuk				keluar	
	Umpan		Recycle			
	Kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
CH2CHCOOH	2.580	35	47	0,66	52	0,73
H2O dalam as. Akrilat	26,	1,45				
CH3OH	1.191	37	183	5,72	229	7,15
H2O dalam metanol	28	1,56				
H2SO4	39	0,40	355	3,62	395	4,03
H2O dalam H2SO4	0,81	0,04				
CH2CHCOOCH3					3.076	36
H2O			915	51	1.613	90
Total	**3.865**	**76**	**1.501**	**61**	**5.366**	**137**
kmol/jam	**137**				**137**	
kg/jam	**5.366**				**5.366**	

Tabel 3.4Neraca Massa Decanter

KOMPONEN	Masuk		Keluar			
	Arus 4		Arus 5 (heavy stream)		Arus 6 (light stream)	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
CH2CHCOOH	52	0,73			52	0,73
H2O dalam as. Akrilat	0	0,00			0	0
CH3OH	229	7,15			229	7,15
H2O dalam metanol	0	0			0	0
H2SO4	395	4,03			395	4,03
H2O dalam H2SO4	0	0			0	0
CH2CHCOOCH3	3.076	36	2.769	32	308	3,57
H2O	1.613	90	161	8,96	1.452	81
Total	**5.366**	**137**	**2.930**	**41**	**2.436**	**96**
kmol/jam	**137**		**137**			
kg/jam	**5.366**		**5.366**			

Tabel 3.5Neraca Massa Menara Distilasi 01

KOMPONEN	Masuk		Keluar			
	Arus 6		Arus 7		Arus 8	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
CH2CHCOOH	52	0,73	52	0,73		
H2O dalam as. Akrilat	0	0	0	0		
CH3OH	229	7,15			229	7,15
H2O dalam metanol	0	0			0	0
H2SO4	395	4,03	395	4,03		
H2O dalam H2SO4	0	0	0	0		
CH2CHCOOCH3	308	3,57	31	0,36	277	3,22
H2O	1.452	81	1.016	56	435	24
Total	**2.436**	**96**	**1.494**	**61**	**942**	**34**
kmol/jam	**96**		**96**			
kg/jam	**2.436**		**2.436**			

Tabel 3.6 Neraca Massa Pada Menara Distilasi 02

KOMPONEN	Masuk		Keluar			
	Arus 5 + Arus 9		Arus 11		Arus 12	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
CH2CHCOOCH3	3.045	35	15	0,177	3030	35
H2O	597	33	594	33	2,984	0,166
Total	**3.642**	**68**	**609**	**33**	**3.033**	**35**
kmol/jam	**68**		**68**			
kg/jam	**3.642**		**3.642**			

Tabel 3.7. Neraca Massa Pada Separator

KOMPONEN	Masuk		Keluar			
	Arus 8		arus 9		arus 10	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
CH3OH	229	7,15			229	7,15
H2O dalam metanol	0	0			0	0
CH2CHCOOCH3	277	3,22	277	3,22		
H2O	435	24	435	24		
Total	**942**	**34**	**712**	**27**	**229**	**7,15**
kmol/jam	**34**		**34**			
kg/jam	**942**		**942**			

3.2.5 Neraca Panas

Tabel 3.8 Neraca Panas Pada Reaktor

Panas Masuk (kkal/jam)		Panas Keluar (kkal/jam)	
Panas umpan masuk	48.033	Panas produk keluar	329.618
Panas reaksi	875.581	Pendingin yang dibutuhkan	593.996
Total	**923.614**	**Total**	**923.614**

Tabel 3.9 Neraca Panas Pada Decanter

Masuk (kj/jam)		Keluar (kj/jam)	
Panas umpan masuk	329.618	Panas produk keluar atas	87.691
		Panas produk keluar bawah	241.927
Total	**329.618**	**Total**	**329.618**

Tabel 3.10 Neraca Panas Pada Menara Distilasi 01

masuk (Kj/jam)		Keluar (Kj/jam)	
Panas dalam umpan	560	Beban panas kondensor	501.789
Beban panas reboiler	752.391	Panas dalam distilat	250.775
		Panas dalam bottom	387
Total	**752.951**	**Total**	**752.951**

Tabel 3.11 Neraca Panas Pada Menara Distilasi 02

masuk		Keluar	
Panas dalam umpan	537	Beban panas kondensor	2.497
Beban panas reboiler	2.587	Panas dalam distilat	439
		Panas dalam bottom	188
Total	**3.124**	**Total**	**3.124**

Tabel 3.12 Neraca Panas Pada Separator

Masuk (kj/jam)		**Keluar (kj/jam)**	
Panas umpan masuk	50	Panas produk keluar atas	17
		Panas produk keluar bawah	33
Total	**50**	**Total**	**50**

3.3 Spesifikasi Alat/Mesin Produk

3.3.1 Reaktor

Kode : R-01

Tugas : Mereaksikan methanol sebanyak 1.374 kg/jam dan asam akrilatsebanyak 2.627 kg/jam dengan menggunakan katalis asam sulfat sebanyak 395 kg/jam

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel* SA 167 *Grade* 3 *Type* 304

Tipe : CSTR

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

P : 1 atm

T : 55^0C

Dimensi *shell* :

Diameter tangki : 1,829 m

Tinggi Tangki : 3,639 m

Tebal *Shell* : 0,005 m

Dimensi *head* :

Bentuk : *torishpericaldishedhead*

Tebal *head* : 0,006 m

Tinggi total : 2,494 m

Luas muka reaktor : 28 m^2

Pengaduk :

Tipe : *marine propeller with 3 blades and pitch 2Di*

Jumlah : 1 buah

Diameter : 0,606 m

Kecepatan : 175 menit

Power : 2,452 Hp

Tinggi cairan : 2,365 m

Jarak pengaduk dari dasar tangki : 0,778 m

Jaket pendingin

Tinggi jaket : 2,993 m

Diameter jaket : 2,014 m

Tebal jaket : 0,005 m

Beban panas pendingin : 300.456 Kj/jam

Tinggi cairan : 2,494 m

Suhu masuk : 30^0C

Suhu keluar : 45^0C

3.3.2 Dekanter

Kode : D-01

Fungsi : memisahkan campuran berdasarkan kelarutan

Jenis : *Continuous gravity decanter*

Bentuk : silinder vertikal

Bahan : *stainless steel* AISI 316

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 55^0C

Waktu tinggal : 2 menit

Tebal *shell* : 0,005 m

Tebal *head* : 0,005 m

Tinggi *head* : 0,182 m

Diameter dekanter : 0,700 m

Panjang dekanter :1,400 m

Tinggi keluaran atas : 1,260 m

Tinggi keluaran bawah : 1,260 m

Pipa pemasukan

Dopt masuk : 1,37 mm

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,041 m

Outside diameter : 0,048 m

Pipa pengeluaran

Dopt top prod : 1,02 mm

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,035 m

Outside diameter : 0,027 m

Dopt *bottom* prod : 0,887 mm

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,027 m

Outside diameter : 0,033 m

3.3.3 Menara Distilasi 01

Fungsi : Me *recycle* asam sulfat sebanyak 394 yang akan dikembalikan ke reaktor pertama

Jenis : *Sieve Plate*

Bahan : *stainless steel* SA285

Jumlah : 1 buah

Tekanan operasi : 1 atm

Suhu top : 94^0C

Suhu bottom : 102^0C

Tinggi menara : 11 m

Diameter : 0,871 m

Tebal *shell* : 4,762 mm

Jenis *head* : *torishperical dishedhead*

Tebal *head* : 4,762 mm

Tebal isolator : 0,017 m

Pipa umpan : 0,051 m

Pipa hasil atas menuju condenser *plate* 1 : 0,406 m

Pipa refluks distilat : 0,025 m

Pipa pengeluaran *bottom* : 0,013 m

Pipa refluks *bottom* : 0,019 m

3.3.4 Menara distilasi 02

Fungsi : Memisahkan produk *Methyl Acrylate* dan air dengan top product larutan *Methyl Acrylate* 99,5%

Jenis : *Sieve Plate*

Bahan : *stainless steel* SA285

Jumlah : 1 buah

Tekanan operasi : 1 atm

Suhu top : 81^0C

Suhu bottom : 100^0C

Tinggi menara : 17 m

Diameter : 1,372 m

Tebal *shell* : 4,762 mm

Jenis *head* : *torishperical dishedhead*

Tebal *head* : 4,762 mm

Tebal isolator : 0,022 m

Pipa umpan : 0,051 m

Pipa hasil atas menuju condenser *plate* 1 : 0,406 m

Pipa refluks distilat : 0,025 m

Pipa pengeluaran *bottom* : 0,032 m

Pipa refluks *bottom* : 0,305 m

3.3.5 Separator

Tugas : memisahkan campuran uap cair bahan keluar kondenser

Jenis : silinder horizontal

Diameter *vessel* : 0,457 m

Waktu tinggal : 5 menit

Panjang tangki : 1,329 m

Tebal *shell* :

Inside diameter : 0,457 m

Outside diameter : 0,470 m

Panjang : 1,330 m

Tebal *head* : 0,005 m

Dimensi total separator :

Inside diameter : 0,457 m

Outside diameter : 0,470 m

Panjang :1,332 m

3.3.6 *Condensor* 01 (C-01)

Jumlah : 1 buah

Beban panas : 574 Kj/jam

Luas Penampang pipa : 0,059 m^2

Panjang pipa : 3,660 m

Hot fluid :

Suhu masuk : 94^0C

Suhu keluar : 87^0C

Cold fluid :

Suhu masuk : 30^0C

Suhu keluar : 45^0C

Fluida panas (*annulus*) :

IPS : 0,102 m

OD : 0,114 m

ID : 0,102 m

Pressure drop : 0,067 Psi

Fluida dingin (*inner pipe*)

IPS : 0,076 m

OD : 0,089 m

ID : 0,078 m

Surface : 0,917 in^2

Pressure drop : 0,004 Psi

3.3.7 *Condensor* 02 (C-02)

Jumlah : 1 buah

Beban panas : 5.577.665 Kj/jam

Luas Penampang pipa : 0,020 m^2

Panjang pipa : 3,660 m

Hot fluid :

Suhu masuk : 76^0C

Suhu keluar : 55^0C

Cold fluid :

Suhu masuk : 30^0C

Suhu keluar : 45^0C

Fluida panas (*annulus*) :

IPS : 0,102 m

OD : 0,114 m

ID : 0,102 m

Pressure drop : 0,098 Psi

Fluida dingin (*inner pipe*)

IPS : 0,076 m

OD : 0,089 m

ID : 0,078 m

Pressure drop : 3,4 Psi

Surface : 0,917 in^2

3.3.8 *Condenser* 03 (C-03)

Panjang pipa : 3,660 m

Suhu LMTD : 50^0F

Hot fluid :

Suhu masuk : $80,9^0C$

Suhu keluar : 80^0C

Cold fluid :

Suhu masuk : 30^0C

Suhu keluar : 45^0C

Ud : 75 $Btu/ft^2.h.F$

Clean overall coefficient : 11 $Btu/ft^{20}F$

Surcafe actual : 655 ft^2

Dirt factor : 0,003

Fluida panas (*annulus*) :

IPS : 0,102 m

OD : 0,114 m

ID : 0,102 m

Pressure drop : 0,098 Psi

Fluida dingin (*inner pipe*)

IPS : 0,076 m

OD : 0,089 m

ID : 0,078 m

Pressure drop : 3,4 Psi

Surface : 0,917 in^2

3.3.9 Reboiler 01

Fungsi : menguapkan sebagian *liquid* hasil bawah md 01

Jumlah : 1 buah

Beban panas : 2.021 Kj/jam

Fluida : *medium organic*

Luas transfer panas : 0,013m^2

Hot fluid

Suhu masuk : 180°C

Suhu keluar : 180°C

Cold fluid

Suhu masuk : 95°C

Suhu keluar :102°C

Fluida panas (*annulus*)

D1 : 0,042 m

D2 : 0,052 m

Pressure drop : 0,0512 Psi

3.3.10 Reboiler 02

Fungsi : menguapkan sebagian *liquid* hasil bawah md 02

Jumlah : 1 buah

Beban panas : 2.587 Kj/jam

Fluida : *light organic*

Luas transfer panas : 0,012m^2

Hot fluid

Suhu masuk : 180^oC

Suhu keluar : 180^oC

Cold fluid

Suhu masuk : 89^oC

Suhu keluar : 100^oC

Fluida panas (*annulus*)

D1 : 0,060 m

D2 : 0,063 m

Pressure drop : 0,00105 Psi

3.3.11 Tangki Penyimpanan

1. Tangki penyimpanan asam akrilat

Tugas : menyimpan asam akrilat sebanyak 2580 kg/jam selama 7 hari

Kondisi operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30^0C

Jenis : *Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical dished head*

Material : *stainless steel* 316 AISI

Volume tangki : 506 m^3

Dimensi tangki :

Diameter : 12 m

Tinggi : 5,490 m

Tebal *head* : 0,019 m

Tinggi*head* : 2,162 m

Tebal *shell* : 0,016 m

Jumlah : 1

2. Tangki penyimpanan methanol

Tugas : menyimpan methanol sebanyak 1374 kg/jam selama 14 hari

Kondisi operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30^0C

Jenis : *Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical dished head*

Material : *stainless steel* 316 AISI

Volume tangki : 611 m^3

Dimensi tangki :

Diameter : 14 m

Tinggi : 5,490 m

Tebal *head* : 0,019 m

Tinggi*head* : 1,139 m

Tebal *shell* : 0,008 m

Jumlah : 1

3. Tangki penyimpanan asam sulfat

Tugas : menyimpan asam sulfat sebanyak 394 kg/jam selama 7 hari

Kondisi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30^0C

Jenis : *Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical dished head*

Material : *stainless steel* 316 AISI

Volume tangki : 44 m^3

Dimensi tangki :

Diameter : 6 m

Tinggi : 3 m

Tebal *head* : 0,011 m

Tinggi*head* : 1,899 m

Tebal *shell* : 0,009 m

Jumlah : 1

4. Tangki penyimpanan *Methyl Acrylate*

Tugas : menyimpan *Methyl Acrylate* sebanyak 1.515 kg/jam selama 7 hari

Kondisi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30^0C

Jenis : *Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical dished head*

Material : *stainless steel* 316 AISI

Volume tangki : 324 m^3

Dimensi tangki :

Diameter : 10 m

Tinggi : 5,490 m

Tebal *head* : 0,016 m

Tinggi*head* : 1,903 m

Tebal *shell* : 0,013 m

Jumlah : 2

3.3.12 Heat exchanger

1. *Heater* 01

Kode alat : HE-01

Fungsi : Menaikkan suhu asam akrilat dengan kondisi operasi tangki 30^0C ke suhu reaktor 80 ^{0}C

Tipe : *Double pipe*

Jumlah : 1

Beban panas : 4.961 Kj/jam

Kebutuhan *steam* : 2,464 kg/jam

ΔTlmtd : 247^0F

Suhu dingin rata-rata : 108^0F

Suhu panas rata-rata : 356^0F

Material : *stainless steel* SA 316

Luas transfer panas : 0,018m^2

Pipa :

Annulus

Inside diameter : 0,061 m

Outside diameter : 0,073 m

Inner pipe :

Inside diameter : 0,026 m

Outside diameter : 0,033 m

Clean overall coefficient : 154 Btu/jam.ft.F

Rd terhitung : 0,003

Pressure drop annulus : 2,3 x 10^{-6} Psi

Pressure drop inner : 0,307 Psi

2. *Heater* 02

Kode alat : HE-02

Fungsi : Menaikkan suhu metanol dengan kondisi operasi tangki 30^0C ke suhu reactor 80^0C

Tipe : *Double pipe*

Jumlah : 1

Beban panas : 52.044 Kj/jam

Kebutuhan *steam* : 26 kg/jam

ΔTlmtd : 247^0F

Panjang pipa : 3,660 m

Suhu dingin rata-rata : 108^0F

Suhu panas rata-rata : 356^0F

Material : *stainless steel* SA 316

Luas transfer panas : 0,186m^2

Pipa :

Annulus

Inside diameter : 0,061 m

Outside diameter : 0,073 m

Inner pipe :

Inside diameter : 0,026 m

Outside diameter : 0,033 m

Clean overall coefficient : 143,24 Btu/jam.ft.F

Ud for light organic : 100 btu/ft^2.h.F

Rd terhitung :0,003

Pressure drop annulus :1,2 x 10^{-5} Psi

Pressure drop inner : 0,119 Psi

3. *Heater* 03

Kode alat : HE-03

Fungsi : Menaikkan suhu asam sulfat dan komponen arus *recycle* pada kondisi operasi tangki 30^0C ke suhu reaktor 80^0C

Tipe : *Double pipe*

Jumlah : 1

Beban panas : 120 Kj/jam

Kebutuhan *steam* : 59 kg/jam

ΔTlmtd : 247^0F

Panjang pipa : 3,660 m

Suhu dingin rata-rata : 108^0F

Suhu panas rata-rata : 356^0F

Material : *stainless steel* SA 316

Luas transfer panas : 1,944m^2

Pipa :

Annulus

Inside diameter : 0,061 m

Outside diameter : 0,073 m

Inner pipe :

Inside diameter : 0,035 m

Outside diameter : 0,042 m

Clean overall coefficient : 23 Btu/jam. $Ft^2.^0F$

Ud for heavy organic : 6 Btu/ft^2.h.F

Rd terhitung : 0,004

Pressure drop annulus : 6,9 x 10^{-5} Psi

Pressure drop inner : 0,006 Psi

4. *Heater* 04

Kode alat : HE-04

Fungsi : Menaikkan suhu 55^{0}C dari dekanter menuju MD 01 dengan suhu 95^{0}C

Tipe : *Double pipe*

Jumlah : 1

Beban panas : 332.420 Kj/jam

Kebutuhan *steam* : 165 kg/jam

ΔTlmtd : 186^{0}F

Panjang pipa : 3,660 m

Suhu dingin rata-rata : 167^{0}F

Suhu panas rata-rata : 356^{0}F

Material : *stainless steel* SA 316

Luas transfer panas : 1,573m^2

Pipa :

Annulus

Inside diameter : 0,061 m

Outside diameter : 0,073 m

Inner pipe :

Inside diameter : 0,035 m

Outside diameter : 0,042 m

Clean overall coefficient : 174 Btu/jam. $Ft^2.^0F$

Ud for heavy organic : 100 $Btu/ft^2.h.F$

Rd terhitung : 0,004

Pressure drop annulus : 4,7 x 10^{-4} Psi

Pressure drop inner : 0,144 Psi

5. *Heater* 05

Kode alat : HE-05

Fungsi : Menaikkan suhu 33^0C dari separator menuju MD 02 dengan suhu 89^0C

Tipe : *Double pipe*

Jumlah : 1

Beban panas : 325.411 Kj/jam

Kebutuhan *steam* : 162 kg/jam

ΔTlmtd : 210^0F

Panjang pipa : 3,660 m

Suhu dingin rata-rata : 142^0F

Suhu panas rata-rata : 356^0F

Material : *stainless steel* SA 316

Luas transfer panas : $0,681m^2$

Pipa :

Annulus

Inside diameter : 0,061 m

Outside diameter : 0,073 m

Inner pipe :

Inside diameter : 0,035 m

Outside diameter : 0,042 m

Clean overall coefficient : 120 Btu/jam. $Ft^2.^0F$

Ud for heavy organic : 200 $Btu/ft^2.h.F$

Rd terhitung : 0,003

Pressure drop annulus : $4,6 \times 10^{-4}$ Psi

Pressure drop inner : 0,219 Psi

6. *Cooler*

Kode alat : CL-01

Fungsi : Menurunkan suhu 94^0C dari MD menuju separator

Tipe : *Double pipe*

Jumlah : 1

Beban pendingin : 52.114 Kj/jam

Kebutuhan pendingin : 830 kg/jam

ΔTlmtd : 86^0F

Panjang pipa : 3,660 m

Suhu dingin rata-rata : 99^0F

Suhu panas rata-rata : 185^0F

Material : *stainless steel* SA 316

Luas penampang pipa : 0,714m^2

Pipa :

Annulus

Inside diameter : 0,102 m

Outside diameter : 0,089 m

Inner pipe :

Inside diameter : 0,078 m

Clean overall coefficient : 10 Btu/jam. $Ft^2.^0F$

Ud for heavy organic : 75 Btu/ft^2.h.F

Rd terhitung : 0,003

Pressure drop annulus : 2,9 x 10^{-4} Psi

Pressure drop inner : 8,3 x 10^{-5} Psi

7. *Cooler*

Kode alat : CL-02

Fungsi : Menurunkan suhu 81^0C dari MD menuju tangka penyimpanan

Tipe : *Double pipe*

Jumlah : 1

Beban pendingin : 132.824 Kj/jam

Kebutuhan pendingin : 2.116 kg/jam

ΔTlmtd : 21^0F

Panjang pipa : 3,660 m

Suhu dingin rata-rata : 99^0F

Suhu panas rata-rata : 133^0F

Material : *stainless steel* SA 316

Luas penampang pipa : 11,612m^2

Pipa :

Annulus

Inside diameter : 0,102 m

Outside diameter : 0,089 m

Inner pipe :

Inside diameter : 0,078 m

Clean overall coefficient : 15 Btu/jam. $Ft^2.^0$F

Ud for heavy organic : 50 Btu/ft^2.h.F

Rd terhitung : 0,003

Pressure drop annulus : 0,010 Psi

Pressure drop inner : 4,1 x 10^{-4} Psi

3.3.13 Pompa

1. Pompa 01

Fungsi :Mengalirkan umpan Asam Akrilat dari tangki penyimpanan (ST-01)ke *Heater* (HE-01) sebanyak 2.606 kg/jam.

Jenis : *centrifugal pumps*

Kode alat : P-01

Laju alir *volumetric* : 13,282 gpm

Inside diameter pompa: 0,041 m

Outside diameter pompa: 0,048 m

Flow area per pipe : 0,001m^2

Panjang pipa total : 28 m

Potentialhead : 3,002 m

Velocityhead : 28 ft.lbf/lbm

Frictionhead : 1,303 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,711 Hp

Daya motor : 0,889 Hp

2. Pompa 02

Fungsi :Mengalirkan umpan Metanol dari tangki penyimpanan (ST-02) ke *Heater* (HE-01) sebanyak 1.402 kg/jam.

Jenis : *centrifugal pumps*

Kode alat : P-02

Laju alir *volumetric* : 9,413 gpm

Inside diameter pompa: 0,035 m

Outside diameter pompa: 0,042 m

Flow area per pipe : 9,7 x $10^{-4}m^2$

Panjang pipa total : 26 m

Frictionhead : 1,263 ft.lbf/lbm

Potentialhead : 3,002 m

Velocityhead : 11,169 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,419 HP

Daya motor : 0,523 HP

3. Pompa 03

Fungsi :Mengalirkan umpan Asam Sulfat dari tangki penyimpanan (ST-03) dan Arus *Recycle* dari MD-01 ke *Heater* (HE-01) sebanyak 39 kg/jam.

Jenis : *centrifugal pumps*

Kode alat : P-03

Laju alir *volumetric* : 5,692 gpm

Inside diameter pompa : 0,027 m

Outside diameter pompa : 0,033 m

Flow area per pipe : 9,7 x $10^{-4}m^2$

Panjang pipa total : 26 m

Frictionhead : 1,263 ft.lbf/lbm

Potentialhead : 3,002 m

Velocityhead : 11 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,419 H

Daya motor : 0,750 Hp

4. Pompa 04

Fungsi :Mengalirkan *output* reaktor ke dekanter sebanyak 5.366 kg/jam.

Jenis : *centrifugal pumps*

Kode alat : P-04

Laju alir *volumetric* : 1,227 gpm

Inside diameter pompa : 0,052 m

Outside diameter pompa : 0,060 m

Flow area per pipe : 0,002m^2

Panjang pipa total : 32 m

Frictionhead : 0,003 ft.lbf/lbm

Potential head : 3,002 m

Velocityhead : 0,0002 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,011 Hp

Daya motor : 0,014 Hp

5. Pompa 05

Fungsi :Mengalirkan *output* bawah dekanter menuju menara distilasi 01 sebanyak 5.366 kg/jam.

Jenis : *centrifugal pumps*

Kode alat : P-05

Laju alir *volumetric* : 12 gpm

Inside diameter pompa : 0,041 m

Outside diameter pompa : 0,048 m

Flow area per pipe : 0,001m^2

Panjang pipa total : 28 m

Frictionhead : 0,851 ft.lbf/lbm

Potential head : 3,002 m

Velocityhead : 0,053 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,350 Hp

Daya motor : 0,437 Hp

6. Pompa 06

Fungsi :Mengalirkan *output* atas dekanter dan *output* bawah separator menuju menara distilasi 02 sebanyak 3.642 kg/jam.

Jenis : *centrifugal pumps*

Kode alat : P-06

Laju alir *volumetric* : 21 gpm

Inside diameter pompa : 0,052 m

Outside diameter pompa : 0,060 m

Flow area per pipe : 0,002m^2

Panjang pipa total : 32 m

Frictionhead : 0,839 ft.lbf/lbm

Potential head : 3,002 m

Velocityhead : 0,062 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,262 Hp

Daya motor : 0,327 Hp

7. Pompa 07

Fungsi : Mengalirkan *output* atas menara distilasi 01 menuju separatorsebanyak 5.366 kg/jam.

Jenis : *centrifugal pumps*

Kode alat : P-07

Laju alir *volumetric* : 5,711 gpm

Inside diameter pompa : 0,027 m

Outside diameter pompa : 0,033 m

Flow area per pipe : 5,6 x $10^{-4}m^2$

Panjang pipa total : 21 m

Frictionhead : 1,410 ft.lbf/lbm

Potentialhead : 3,002 m

Velocityhead : 0,070 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,237 Hp

Daya motor : 0,297 Hp

8. Pompa 08

Fungsi :Mengalirkan produk *Methyl Acrylate* menuju *cooler* sebanyak 3.033 kg/jam.

Jenis : *centrifugal pumps*

Kode alat : P-08

Laju alir *volumetric* : 18 gpm

Inside diameter pompa : 0,052 m

Outside diameter pompa : 0,060 m

Flow area per pipe : 0,002m^2

Panjang pipa total : 32 m

Frictionhead : 0,642 ft.lbf/lbm

Potentialhead : 3,002 m

Velocityhead : 0,047 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,251 Hp

Daya motor : 0,5 Hp

9. Pompa 09

Fungsi : Mengalirkan Metanol dari separator (SP-01) menuju *Condensor* (C-03) sebanyak 1402.10 kg/jam.

Jenis : *centrifugal pumps*

Kode alat : P-09

Laju alir *volumetric* : 1,642 gpm

Inside diameter pompa : 0,035 m

Outside diameter pompa : 0,042 m

Flow area per pipe	: 9,7 x $10^{-4}m^2$
Panjang pipa total	: 26 m
Frictionhead	: 0,049 ft.lbf/lbm
Potentialhead	: 3,002 m
Velocityhead	: 0,002 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,076 Hp
Daya motor	: 0,5 Hp

3.4 Perencanaan Produksi

Dalam perencanaan pabrik *methyl acrylate* disusun atas dasar dasar Neraca Massa Bahan dan Neraca Energi.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi posisi pabrik dalam persaingan dan kontinuitas produksinya. Lokasi pabrik yang tepat akan memberikan keuntungan bagi pabrik yang bersangkutan maupun lingkungan sekitarnya. Pabrik *Methyl Acrylate* dengan kapasitas 24.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di daerah Cilegon.

Penentuan lokasi pabrik didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

1. Ketersediaan bahan baku

   Bahan baku yang berupa Asam Akrilat diperoleh dari dalam negeri, yaitu dari PT Nippon Shokubai, Cilegon. Sedangkan bahan baku yang lain yaitu Metanol diperoleh dari PT Kaltim Methanol Industri, Kalimantan Timur.

2. Letak Daerah

   Pabrik akan didirikan di sebuah Kawasan Industri yang jauh dari kepadatan penduduk sehingga tersedia lahan yang cukup luas dengan infrastruktur yang cukup memadai. Wilayah Cilegon termasuk salaha satu kawasan industri yang ditetapkan oleh pemerintah, sehingga permasalahan perijinan pendirian pabrik tidak menjadi masalah.

3. Pemasaran

   Lokasi pabrik harus mempertimbangkan tempat produk dipasarkan. Selain untuk keperluan dalam negeri, produk dari pabrik ini juga akan diekspor sehingga diusahakan lokasi yang dekat dengan pelabuhan. Pemasaran produk *Methyl Acrylate* yang akan didirikan ditujukan untuk kebutuhan dalam negeri, diantaranya akan dijual ke berbagai pabrik yang menggunakan *Methyl Acrylate* sebagai bahan baku produksi polimer diantaranya PT. Shin-Estu Polymer Indonesia, Karawang dan PT. WMK (*Polymer & Plastic Chemical*) Indonesia, Bandung dan pabrik-pabrik polimer lain di Indonesia.

4. Sarana Transportasi dan Ketersediaan Air

   Tersedianya sarana transportasi di wilayah Cilegon yang dapat memudahkan lalu lintas kegiatan produksi dan kemudahan distribusi dan juga dekat dengan laut sehingga transportasi lebih mudah. Cilegon merupakan daerah yang dekat dengan laut sehingga ketersediaan air sangat melimpah. Air merupakan salah satu aspek yang paling penting untuk jalannya suatu proses produksi, aktifitas kantor, dan sebagainya.

5. Tenaga Kerja

   Pabrik sebaiknya didirikan di daerah yang memiliki kesediaan tenaga kerja terampil yang memadai sehingga masalah tenaga kerja tidak akan menimbulkan masalah yang berarti.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses. Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa banguna fisik seperti kantor, laboratorium, bengkel, tempat ibadah, poliklinik, MCK, kantin, *fire safety*, pos penjagaan dan sebagainya hendaknya ditempatkan sesuai dengan proseduk keamanan dan kenyamanan.

Untuk mencapai kondisi yang optimal maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah:

1. Perluasan pabrik harus sudah direncanakan sejak awal sehingga masalah kebutuhan akan tempat tidak akan timbul dimasa mendatang.
2. Penentuan tata letak pabrik harus memperhatikan masalah keamanan. apabila terjadi hal-hal seperti kebakaran, ledakan, kebocoran gas atau asap beracun dapat ditanggulangi secara cepat dan tepat. Oleh karena itu ditempatkan alat-alat pengaman seperti hydrant, penampung air yang cukup, alat penahan ledakan, dan alat sensor untuk gas beracun. Tangki penyimpang bahan baku atau produk yang berbahaya diletakkan pada tempat khusus sehingga dapat dikontrol dengan baik.
3. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *outdoor* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *outdoor*.

4. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan/ lahan.
5. Instalasi dan utilitas juga harus diperhatikan, karena pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, steam, dan listrik, serta utilitas lainnya akan membantu proses produksi dan perawatannya.
6. Pabrik harus memperhatikan aspek sosial dan ikut menjaga kelestarian lingkungan, batas maksimal kandungan komponen berbahaya pada limbah harus diperhatikan dengan baik. Untuk itu penambahan fasilitas pengolahan limbah buangan diperlukan, sehingga buangan limbah tersebut tidak berbahaya bagi komunitas yang ada disekitarnya.

Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu:

1. Daerah administrasi atau perkantoran

   Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi perusahaan yang mengatur kelancaran operasi dan kegiatan-kegiatan administrasi yang mana, tidak mengganggu kegiatan dan keamanan pabrik, serta harus terletak jauh dari area proses yang berbahaya.
2. Daerah fasilitas umum

   Merupakan daerah penunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja, seperti tempat parkir, tempat ibadah, kantin, dan pos keamanan.

3. Daerah proses

   Merupakan pusat proses produksi dimana alat-alat proses dan pengendali ditempatkan. Daerah proses ini terletak dibagian tengah pabrik yang lokasinya tidak mengganggu. Letak aliran proses direncanakan sedemikian rupa sehingga memudahkan pemindahan bahan baku dari tangki penyimpanan serta memudahkan pengawasan dan pemeliharaan terhadap alat-alat proses. Daerah proses ini diletakkan minimal 15 meter dari bangunan-bangunan atau unit-unit lain.

4. Daerah laboratorium dan ruang kontrol

   Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses, serta produk yang akan dijual. Daerah laboratorium merupakan pusat kontrol kualitas bahan baku, produk, dan limbah proses. Sedangkan daerah ruang kontrol merupakan pusat kontrol berjalannya proses yang diinginkan (kondisi operasi baik, tekanan, temperatur, dan lain-lain yang diinginkan). Laboratorium dan ruang kontrol ini diletakkan dekat daerah proses apabila terjadi sesuatu masalah di dareah proses dapat teratasi.

5. Daerah pemeliharaan

   Daerah pemeliharaan merupakan tempat penyimpanan suku cadang alat proses dan untuk melakukan perbaikan, pemeliharaan atau perawatan semua peralatan yang dipakai dalam proses.

6. Daerah utilitas

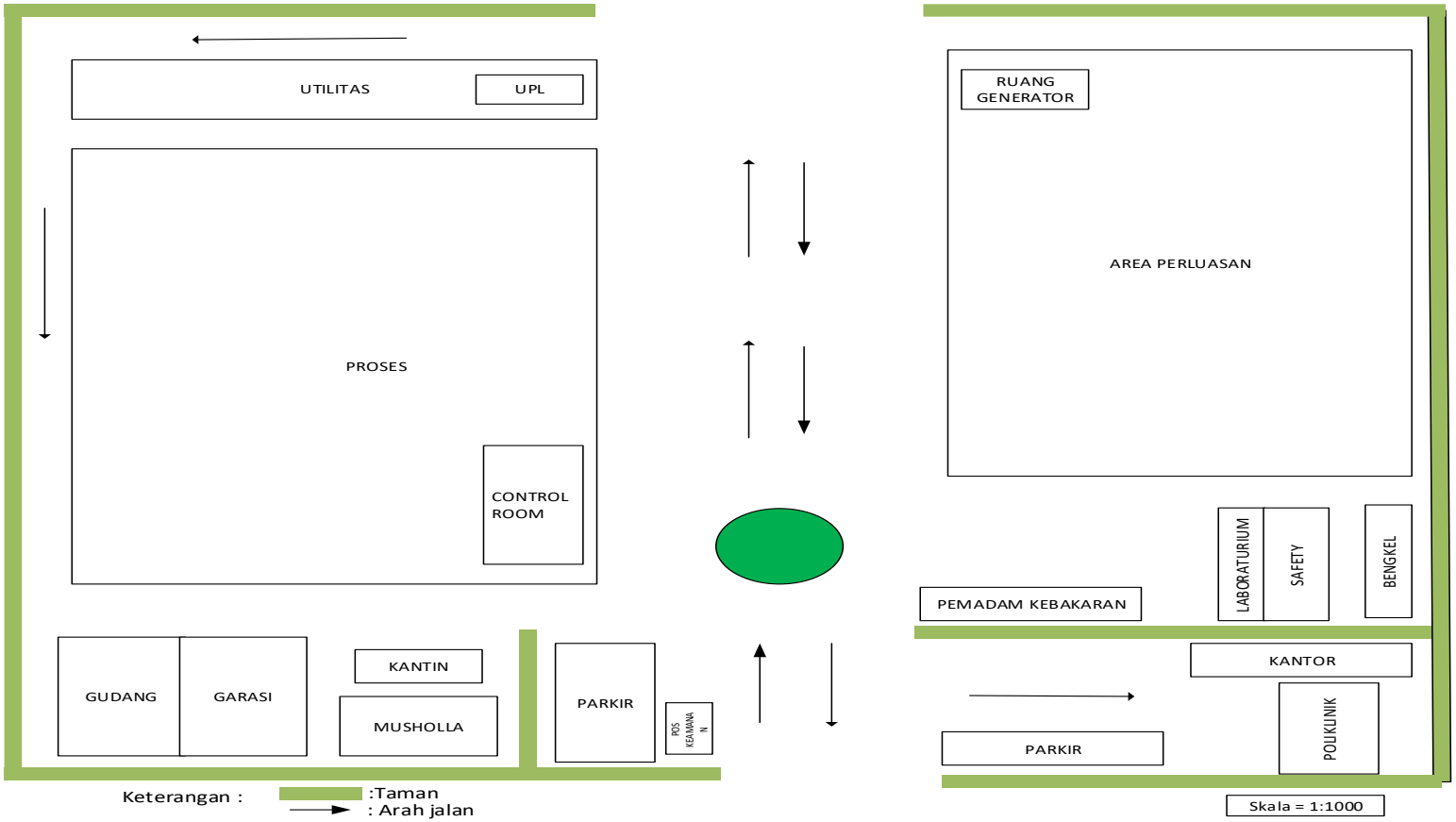
   Daerah ini merupakan tempat untuk menyediakan keperluan yang menunjang berjalannya proses produksi berupa penyediaan air, steam, listrik. Daerah ini ditempatkan dekat dengan daerah proses agar sistem pemipaan lebih ekonomis.

7. Daerah pengolahan limbah

   Merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah hasil proses produksi.

Tabel 4.1. Perician Luas Tanah

No	Lokasi	Luas (m^2)
1	Area proses	2.000
2	Area utilitas	1.600
3	Bengkel	300
4	Gudang Peralatan	450
5	Kantin	300
6	Kantor Teknik dan Produksi	500
7	Kantor utama	1.200
8	Laboratorium	300
9	Parkir utama	800
10	Parkir truk	750
11	Perpustakaan	300
12	Poliklinik	300
13	Pos keamanan	20
14	Control room	300
15	Control utilitas	300
16	Area rumah dinas	1.500
17	Area mess	180
18	Masjid	200
19	Unit pemadam kebakaran	300
20	Unit pengolahan limbah	300
21	Taman	300
22	Jalan	8.000
23	Daerah perluasan	1.000
Total		**21.200**



Gambar 4.1. ***Lay Out*** **Pabrik** ***Methyl Acrylate***

4.3 Tata Letak Alat

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pada pabrik *Methyl Acrylate*, antara lain:

1. Aliran bahan baku dan produk

   Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

   Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

3. Cahaya

   Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

   Dalam perancangan *lay out* pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.

5. Lalu lintas alat berat

   Hendaknya diperhatikan jarak antar alat dan lebar jalan agar seluruh alat proses dapat dicapai oleh pekerja dengan cepat dan mudah supaya jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki.

6. Pertimbangan ekonomi

   Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

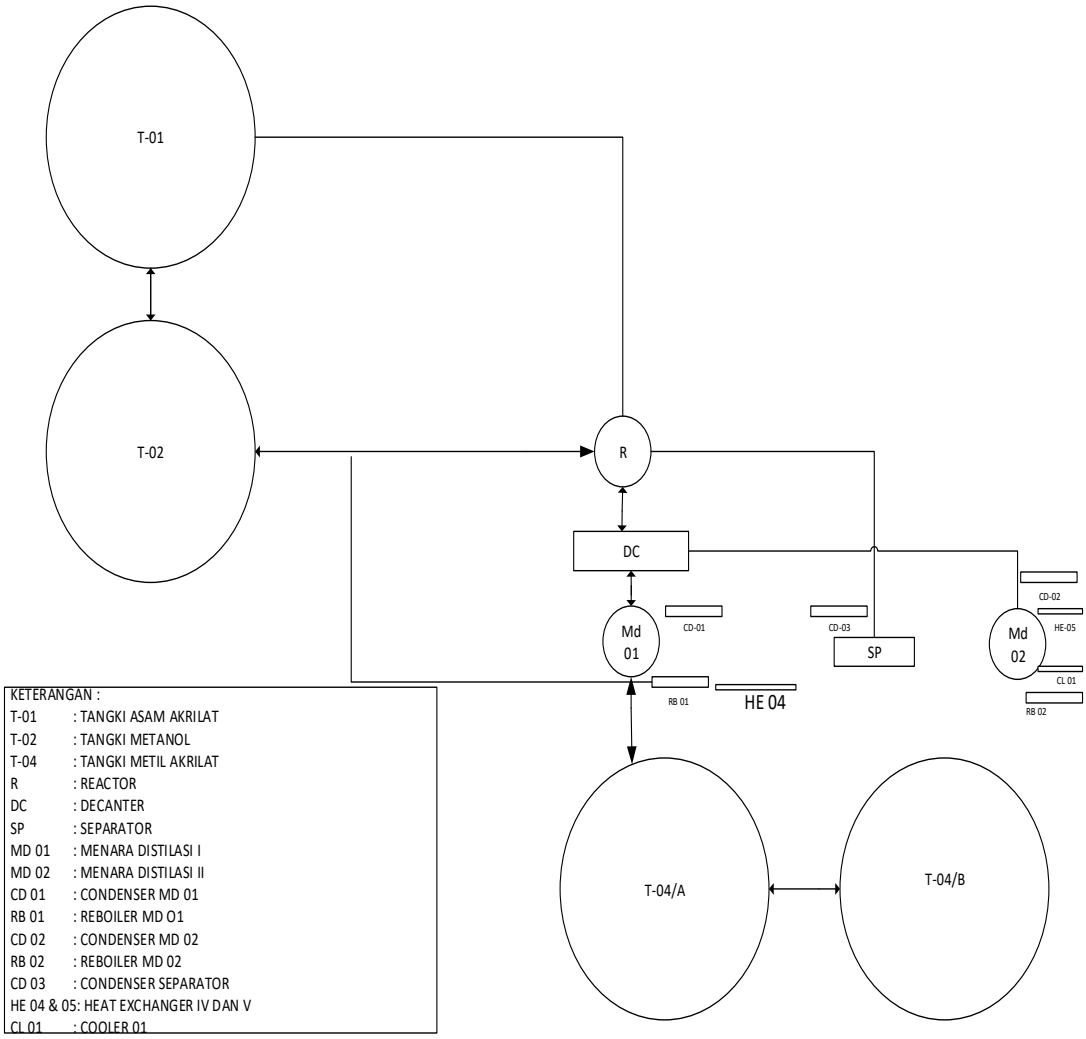
7. Tata letak alat proses

   Dalam penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik, sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi pabrik. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

   a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
   b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
   c. Biaya material handling menjadi rendah dan menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capitas yang tidak penting.

8. Jarak antar alat proses

   Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.



Gambar 4.2. Tata Letak Alat Proses

4.4 Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapakan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku pentunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi:

a. *Over haul* 1 x 1 tahun

   Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

b. *Repairing*

   Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* antara lain sebagai berikut:

a) Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b) Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

c) Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih, dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.5 Utilitas

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik *Methyl Acrylate* adalah:

1. Unit pengadaan air

   Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut:

   a. Air pendingin

   b. Air konsumsi umum dan sanitasi

   c. Air umpan *boiler*

2. Unit pengadaan *steam*

   Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas untuk *reboiler*

3. Unit pengadaan udara tekan

   Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan umum lainnya.

4. Unit pengadaan listrik

   Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, peralatan utilitas, peralatan elektronik atau alat-alat listrik, AC, maupun penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan disediakan *generator* sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan.

5. Unit pengadaan bahan bakar

   Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *generator* dan *boiler*.

6. Unit pengolahan limbah

   Unit ini berfungsi mengolah limbah sanitasi dan air limbah proses.

4.5.1 Unit Pengadaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sungai, air sumur, air danau, maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik *Methyl Acrylate* ini sumber air yang

digunakan berasal dari air laut. Penggunaan air laut sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Air laut dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya murah
b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
c. Letak laut berada tidak jauh dari lokasi pabrik

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

1) Air pendingin

Air pendingin diproduksi oleh menara pendingin (*cooling towe*). Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses pendinginan dari suhu 45°C menjadi 30°C, untuk dapat digunakan sebagai air untuk proses pendinginan pada alat pertukaran panas dari alat yang membutuhkan pendinginan.

Air pendingin yang keluar dari media-media perpindahan panas di area proses akan disirkulasikan dan didinginkan kembali seluruhnya di dalam *cooling tower*. Penguapan dan kebocoran air akan terjadi didalam *cooling tower* ini. Oleh karena itu, untuk menjaga jumlah air pendingin harus ditambah air *make up* yangjumlahnya sesuai dengan jumlah air yang hilang. Maka *water make up* untuk *cooling tower* sebesar1999,681 kg/jam.

Sistem air pendingin terutama terdiri dari *cooling tower* dan basin, pompa air pendingin untuk peralatan proses, sistem injeksi bahan kimia, dan *induce draft fan*. Sistem injeksi bahan kimia disediakan untuk mengolah air pendingin untuk mencegah korosi, mencegah terbentuknya kerak dan pembentukan lumpur diperalatan proses, karena akan menghambat atau menurunkan kapasitas perpindahan panas.

Tabel 4.2. Kebutuhan Air Pendingin

No.	Kode Alat	Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	CL-01	Cooler sebelum separator	830
2	CL-02	Cooler setelah MD-02	2.116
3	CD-01	Condensor pada MD-01	9.488
4	CD-02	Condensor pada MD-02	2.655
5	CD-03	Condensor setelah separator	5.576
6	R-01	Jaket pendingin pada reaktor	3.947
		TOTAL	24.613

Dengan memilih over design sebesar 20%, maka kebutuhan air pendingin adalah sebesar 29.535 kg/jam.

2) Air umpan boiler (*boiler feed water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut:

a) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung asam, gas-gas terlarut seperti O_2, CO_2, H_2S, dan NH_3. O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

b) Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica.

c) Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

Tabel 4.3. Kebutuhan Air Untuk Pembangkit Steam

No	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Heater (HE-01)	2,464
2	Heater (HE-02)	26
3	Heater (HE-03)	59
4	Heater (HE-04)	165
5	Heater (HE-05)	162
6	Reboiler pada MD-01 (RE-01)	374
7	Rebolier pada MD-02 (RE-02)	1,285
	TOTAL	**790**

Dengan memilih *over design* sebesar 20% maka jumlah kebutuhan air untuk pembangkit *steam* adalah sebesar 947 kg/jam

3) Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a) Syarat fisika, meliputi:

Suhu : dibawah suhu udara

Warna : jernih

Rasa : tidak berasa

Bau : tidak berbau

b) Syarat kimia, meliputi:

Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air. Serta tidak mengandung bakteri, terutama bakteri patogen.

Tabel 4.4. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

No.	Nama Unit	Kebutuhan (kg/jam)
1	Perkantoran	833
2	Perumahan	6.667
3	Pertamanan	1.667
4	Pemadam kebakaran	1.000
	TOTAL	10.167

4.5.2 Pengolahan Air

Sumber air pabrik *Methyl Acrylate* berasal dari air laut. Untuk menghindari *fouling* yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air laut. Pengolahan air untuk kebutuhan pabrik meliputi pengolahan secara fisik dan kimia, maupun penambahan desinfektan. Pengolahan secara fisis adalah dengan *screening* dan secara kimia adalah dengan penambahan *chlorine*.

Pada tahap penyaringan, air laut dialirkan dari daerah terbuka ke *water intake system* yang terdiri dari *screen* dan pompa. *Screen* dipakai untuk memisahkan kotoran dan benda-benda asing pada aliran *suction* pompa. Air yang tersaring oleh *screen* masuk ke *suction* pompa dan dialirkan melalui pipa masuk ke unit pengolahan air. Pada *discharge* pompa diinjeksikan klorin sejumlah 1 ppm. Jumlah ini memenuhi untuk membunuh mikroorganisme dan mencegah perkembangbiakannya pada proses perkembangannya.

<u>Desalinasi</u>

Pengolahan air laut pada pabrik *Methyl Acrylate* menggunakan proses desalinasi. Air laut adalah air murni yang didalamnya larut berbagai zat

padat dan gas. Zat terlarut meliputi garam organik, gas terlarut dan garam-garam anorganik yang berwujud ion-ion. Banyaknya kandungan garam pada air laut mengharuskan adanya proses desalinasi. Desalinasi adalah proses yang menghilangkan kadar garam berlebih dalam air laut untuk mendapatkan air yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Metode yang digunakan dalam desalinasi adalah metode *reverse osmosis* yang telah banyak digunakan diberbagai industri. Metode ini menggunakan menggunakan membran semi permeabel yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan sifat fisiknya. Hasil pemisahan berupa *retentate* atau disebut konsentrat (bagian dari campuran yang tidak melewati membran) dan *permeate* (bagian dari campuran yang melewati membran. Proses pemisahan pada membran merupakan perpindahan materi secara selektif yang disebabkan oleh gaya dorong berupa perbedaan tekanan.

Demineralisasi

Fungsi dari demineralisasi adalah mengambil semua ion yang terkandung di dalam air. Air yang telah mengalami proses ini disebut air demin (*deionized water*). Sistem demineralisasi disiapkan untuk mengolah air filter dengan penukar ion (*ion exchanger*) untuk menghilangkan padatan yang terlarut dalam air dan menghasilkan air demin sebagai umpan ketel (*boiler feed water*) untuk membangkitkan steam suhu 180°C dengan tekanan 7.890 kPa.

Untuk keperluan air umpan boiler, tidak cukup hanya air bersih, oleh karenanya air tersebut masih perlu diperlakukan lebih lanjut yaitu penghilangan kandungan mineral yang berupa garam-garam terlarut.

Garam terlarut di dalam air berikatan dalam bentuk ion positif (*cation*) dan negatif (*anion*). Ion-ion tersebut dihilangkan dengan cara pertukaran ion di alat penukan ion (*ion exchanger*).

Mula-mula air bersih (*filtered water*) dialirkan ke *cation exchanger* yang diisi resin *cation* yang akan mengikat *cation* dan melepaskan ion H^+. Selanjutnya air mengalir ke *anion exchanger* dimana anion dalam air bertukar dengan ion OH^- dari resin anion.

Air keluar dari *anion exchanger* hampir seluruh garam terlarutnya telah diikat. Air demin yang dihasilkan kemudian disimpan di tangki penyimpanan (*demin water storage*).

Setiap periode tertentu, resin yang dioperasikan untuk pelayanan akan mengalami kejenuhan dan tidak mampu mengikat cation/ anion secara optimal. Untuk itu perlu dilakukan penyegaran/ pengaktifan kembali secara regenerasi.

Regenerasi resin dilakukan dengan proses kebalikan dari operasi *service*. Resin cation diregenerasi menggunakan larutan H_2SO_4, sedangkan resin anion menggunakan larutan NaOH.

Reaksi yang terjadi di *ion exchanger* :

a) *Cation exchanger*

$Ca2^+ + RH_2 \longrightarrow Rca$

$Mg(Cl)_2 + RH_2 \longrightarrow RMg + 2\ HCl$

$2\ NaCl + RH_2 \longrightarrow RNa_2 + 2\ HCl$

Apabila resin sudah jenuh pencucican dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 4%.

Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah:

$RCa + H2SO_4 \longrightarrow RH_2 + CaSO_4$

$RMg + H_2SO_4 \longrightarrow RH_2 + MgSO_4$

$RNa_2 + H_2SO_4 \longrightarrow RH_2 + Na_2SO_4$

b) Anion exchanger

$R(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow RSO_4 + 2\ H_2O$

$R(OH)_2 + 2\ HCl \longrightarrow RCl_2 + 2\ H_2O$

$R(OH)_2 + 2\ HNO_3 \longrightarrow R(NO_3)_2 + 2\ H_2O$

$R(OH)_2 + H_2SiO_3 \longrightarrow RSiO_3 + 2\ H_2O$

Apabila resin sudah jenih dilakukan dengan pencucian menggunakan larutan NaOH 40%. Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah:

$RSO_4 + 2\ NaOH \longrightarrow R(OH)_2 + Na_2SO_4$

$RCl_2 + 2\ NaOH \longrightarrow R(OH)_2 + 2\ NaCl$

$R(NO_3)_2 + 2\ NaOH \longrightarrow R(OH)_2 + 2\ NaNO_3$

$RSiO_3 + 2\ NaOH \longrightarrow R(OH)_2 + Na_2SiO_3$

4.5.3 Unit Penyediaan Steam

Sistem penyedia steam terdiri dari deaerator dan boiler. Proses deaerasi terjadi dalam deaerator berfungsi untuk membebaskan air bebas mineral (*demin water*) dari komponen udara melalui *spray,sparger* yang

berkontak secara *counter current* dengan steam. *Demin water* yang sudah bebas dari komponen udara ditampung dalam drum dari deaerator. *Deaerator* memiliki waktu tinggal 12 jam. Larutan hidrazin diinjeksikan ke dalam *deaerator* untuk menghilangkan oksigen terlarut dalam air bebas mineral dengan reaksi:

$$N_2H_4 + O_2 \longrightarrow N_2 + 2\ H_2O$$

Kandungan oksigen keluar dari deaerator didesain tidak lebih besar daro 0,007 ppm.

4.5.4 Unit Penyediaan Listrik

Untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam pabrik, diambil dari PLN dan sebagai cadangan adalah *generator set* untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi pada PLN. Kebutuhan listrik dapat dibagi:

1. Listrik untuk keperluan proses
2. Listrik untuk keperluan pengolahan air
3. Listrik untuk penerangan dan AC
4. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

Pada perancangan pabrik *Methyl Acrylate* ini kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi dari pembangkit listrik PLN dan *generator set* sebagai cadangan. *Generator* yang digunakan adalah *generator* arus bolak-balik (AC)dengan pertimbangan:

a. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
b. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan transformator

Keuntungan tenaga listrik dari PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak terlalu tetap. Sebaliknya jika disediakan sendiri (Genset), kesinambungan akan tetap dijaga, tetapi biaya bahan bakar dann perawtannya harus diperhatikan.

Generator ini berfungsi untuk menyediakan listrik bagi bahan-bahan yang tidak boleh berubah-rubah tenaganya. *Generator* yang digunakan arus bolak-balik (AC) sistem 3 phase. Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi:

1. Listrik untuk keperluan alat proses
2. Kebutuhan listrik untuk peralatan utulitas
3. Listrik untuk kantor dan mess
4. Alat kontrol

4.5.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada *furnace*, *boiler*, dan *generator*. Pada perancangan ini digunakan bahan bakar jenis solar untuk *generator* sedangkan untuk *furnace* dan *boiler* digunakan bahan bakar jenis *fuel oil*. Untuk menjalankan *generator* digunakan bahan bakar:

a. Tipe bahan : solar
b. *Heating value* : 250.000 Btu/gallon
c. Efisiensi bahan bakar : 80%
d. Sg solar : 0,869

4.5.6 Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan digunakan untuk menjalankan instumentasi seperti untuk menggerakkan *control valve* serta untuk pembersihan peralatan pabrik. Udara instrumen bersumber dari udara di lingkungan pabrik, hanya saja udara tersebut harus dinaikkan tekanannya dengan menggunakan *compressor*. Untuk memenuhi kebutuhan digunakan *compressor* dan didistribusikan melalui pipa-pipa

4.5.7 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

1. Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi	: Mengalirkan air laut menuju *screener* sebanyak 21.956 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Tipe	: *Mixed flow impeller*
Bahan	: *Commercial steel*
Kapasitas	: 24 m^3/jam
Head pompa	: 4,059 m
Tenaga pompa	: 0,5 Hp
Tenaga motor	: 1,5 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

2. Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi	: Mengalirkan air laut menuju bak ekualisasisebanyak 9.880 kg/jam

Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Tipe	: *Mixed flow impeller*
Bahan	: *Commercial steel*
Kapasitas	: 11 m^3/jam
Head pompa	: 4,554 m
Tenaga pompa	: 0,297 Hp
Tenaga motor	: 0,75 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

3. Pompa Utilitas (PU-03)

Fungsi	: Mengalirkan air menuju sistem pengolahan *reverse osmosis* sebanyak 21.956 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Tipe	: *Mixed flow impeller*
Bahan	: *Commercial steel*
Kapasitas	: 24 m^3/jam
Head pompa	: 5,123 m
Tenaga pompa	: 0,638 Hp
Tenaga motor	: 1,5 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

4. Pompa Utilitas (PU-04)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki *anion exchanger* menuju tangki demin sebanyak 189 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Tipe	: *Mixed flow impeller*
Bahan	: *Commercial steel*
Kapasitas	: 0,208 m^3/jam
Head pompa	: 0,644 m
Tenaga pompa	: 0,079 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

5. Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi	: Mengalirkan air make up steam menuju tangki kondensat sebanyak 189 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Tipe	: *Mixed flow impeller*
Bahan	: *Commercial steel*
Kapasitas	: 0,208 m^3/jam
Head pompa	: 0,663 m
Tenaga pompa	: 0,08 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah

6. Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki *kation exchanger* menuju *deaerator*sebanyak 189 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 0,208m^3/jam

Head pompa : 1,516 m

Tenaga pompa : 0,152 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah

7. Pompa Utilitas (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari *deaerator* menuju tangki penampung *deareated water* sebanyak 189 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 0,208m^3/jam

Head pompa : 0,633 m

Tenaga pompa : 0,08 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah

8. Pompa Utilitas (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air pendingin sebanyak 23.628 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 26 m^3/jam

Head pompa : 3,357 m

Tenaga pompa : 0,319 Hp

Tenaga motor : 0,75 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah

9. Pompa Utilitas (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air pendingin menuju tangki hot basin sebelum menuju *cooling tower*sebanyak

	29.535 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Tipe	: *Mixed flow impeller*
Bahan	: *Commercial steel*
Kapasitas	: 32 m^3/jam
Head pompa	: 3,590 m
Tenaga pompa	: 0,426 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Jumlah	: 2 buah

10. Pompa Utilitas (PU-10)

Fungsi	: Mengalirkan air pendingin dari hot basin menuju *cooling tower*sebanyak 29.535kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Tipe	: *Mixed flow impeller*
Bahan	: *Commercial steel*
Kapasitas	: 32 m^3/jam
Head pompa	: 2,752 m
Tenaga pompa	: 0,327 Hp
Tenaga motor	: 0,75 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

11. Bak Ekualisasi

Fungsi	: Menampung air dari *screener* dan menyediakan air sebanyak 21.956 kg/jam untuk diolah serta mengendapkan kotoran yang masih lolos dari *screener* dengan waktu tinggal 4 jam.
Jenis	: Bak persegi panjang
Bahan	: Beton bertulang
Panjang	: 7,284 m
Lebar	: 3,642 m
Tinggi	: 3,642 m
Volume	: 97 m^3
Jumlah	: 1

12. Rangkaian *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO)

Fungsi	: Proses desalinasi air laut dengan membran sebagai media penyaringnya.
Jenis	: *Single stage sea water reverse osmosis system*
Bahan	: *Spiral wound*
Permeate volumetris	: 14.471 L/jam
Flux RO	: 15 L/m^2/jam

Area per elements : 40 m^2

Area per P_{vessel} : 121 m^2

Jumlah membran : 3

Jumlah *housing* : 8

13. Rangkaian *Reverse Osmosis* (BW)

Fungsi : Proses desalinasi air laut dengan membran sebagai media penyaringnya.

Jenis : *Single stage sea water reverse osmosis system*

Bahan : *Spiral wound*

Permeate volumetris : 25.726 L/jam

Flux RO : 35 L/m^2/jam

Area per elements : 184 m^2

Area per P_{vessel} : 367 m^2

Jumlah membran : 2

Jumlah *housing* : 2

14. Bak Penampung Air

Fungsi : Menampung air sebanyak 21.956 kg/jam dengan waktu tinggal 8 jam.

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Panjang : 9,177 m

Lebar : 4,588 m

Tinggi : 4,588 m

Volume : 193 m^3

Jumlah : 1

15. Hot Basin

Fungsi : Menampung air pendingin yang akan didinginkan di *cooling tower* sebanyak 29.535 kg/jam dengan waktu tinggal 1,5 jam

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Panjang : 6 m

Lebar : 3 m

Tinggi : 3 m

Volume : 49 m^3

Jumlah : 1

16. Cooling Tower (CT-01)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik sebanyak 29.535 kg/jam.

Jenis : *Cooling tower induced draft*

Tinggi : 6 m

Panjang : 2 m

Lebar : 2 m

Ground area : 4 m^2

Jumlah : 1

17. Cold Basin

Fungsi : Menampung air pendingin yang dingin dari *cooling tower* sebanyak 29.233 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1,5 jam.

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Panjang : 6 m

Lebar : 3 m

Tinggi : 3 m

Volume : 49 m^3

Jumlah : 1

18. Kation Exchanger

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh kation sebanyak 189 kg/jam.

Jenis : *Down flow cation exchanger*

Luas : 0,641m^2

Diameter : 0,903 m

Tinggi bed : 0,5 m

Kecepatan aliran : 4 gpm

Jumlah : 1

19. Anion Exchanger

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh anion sebanyak 189 kg/jam.

Jenis : *Strongly basic anion exchanger*

Luas : 0,365m^2

Diameter : 0,683 m

Tinggi bed : 2,059 m

Kecepatan aliran : 7 gpm

Jumlah : 1

20. Deaerator

Fungsi : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O_2 dan CO_2 sehingga mengurangi korosi logam.

Jenis : Silinder tegak

Kecepatan Volumetri : 6,255 m^3/jam

Diameter : 5 m

Tinggi : 5 m

Volume : 90 m^3

Jumlah : 1

21. Tangki Penampung *Deaerated Water*

Fungsi : Menampung *deaerated water* sebanyak 189 kg/jam.

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Diameter : 2 m

Tinggi : 2 m

Volume : 7 m^3

Jumlah : 1

22. Tangki Demin*Water*

Fungsi : Menampung air hasil demineralisasi sebanyak 189 kg/jam.

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Diameter : 2 m

Tinggi : 2 m

Volume : 7 m^3

Jumlah : 1

23. Tangki Kondensat

Fungsi : Menampung kondensat dari alat proses sebeelum disirkulasi menuju tangki umpan *boiler*.

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 2 m

Tinggi : 2 m

Volume : 7 m^3

Jumlah : 1

24. Tangki Sanitasi

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan umum sebanyak 12.200 kg/jam.

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Diameter : 5 m

Tinggi : 5 m

Volume : 80 m^3

Jumlah : 1

25. Tangki NaOH

Fungsi : Menampung NaOH untuk kebutuhan di *Anion Exchanger* sebanyak 84 kg.

Jenis : Tangki silinder vertikal, *flat bottom*, *conical roof*

Diameter : 1 m

Tinggi : 1 m

Volume : 2 m^3

Jumlah : 1

26. Tangki HCl

Fungsi : Menampung HCl untuk kebutuhan di *Kation Exchanger* sebanyak 48 kg.

Jenis : Tangki silinder vertikal, *flat bottom*, *conical roof*

Diameter : 1 m

Tinggi : 1 m

Volume : 0,931 m^3

Jumlah : 1

27. Tangki Kaporit

Fungsi	: Menampung kaporit sebanyak 0,028 kg/jam.
Jenis	: Tangki silinder vertikal, *flat bottom*, *conical roof*
Diameter	: 0,234 m
Tinggi	: 0,514 m
Volume	: 0,105 m^3
Jumlah	: 1

4.6 Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangan penting dalam menunjangng kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produksi. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikendalikan dan kualitas produk dapat dijaga sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Selain itu laboratorium juga berperan dalam pengendalian lingkungan.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agarsesuai dengan standar yang telah ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian mutu dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain:

a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan boiler, dan lain-lain yang berkaitan dengan proses produksi

Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

4.6.1 Program Kerja Laboratorium

1. Analisa bahan baku dan produk

   Analisa pada kandungan air dalam metanol dan asam akrilat meliputi : kemurnian, kadar air, warna, densitas, viskositas, titik didih, spesifik *gravity*, dan *impurities*.

2. Analisa untuk keperluan utilitas

   Adapun analisa untuk utilitas, meliputi :

   a. Air proses penjernihan yang dianalisa adalah kadar pH, silikat, Ca sebagai $CaCO_3$, khlor sebagai Cl_2, Sulfur sebagai SO_3 dan zat padat lain.
   b. Air minum yang dianalisa meliputi pH, kadar khlorin dan kekeruhan.

c. Resin penukar ion yang dianalisa adalah kesadahan $CaCO_3$ dan silikat sebagai SiO_2.
d. Air dalam *boiler* yang dianalisa meliputi pH, zat padat terlarut, kadar Fe, kadar $CaCO_3$, SO_2, PO_4, dan SiO_3.
e. Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi kesadahan, pH, jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe.
f. BFW, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut dan kadar Fe.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi tiga bagian:

1. Laboratorium fisika

   Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat fisis bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan antara lain: *spesific gravity*, viskositas, dan lain-lain.

2. Laboratorium analitik

   Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, analisa air dan bahan kimia yang digunakan seperti katalis dan lain-lain.

3. Laboratorium penelitian dan pengembangan (Litbang)

   Tugas dari laboratorium litbang ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kinerja proses yang digunakan. Sifat dari laboratorium ini berhubungan dengan kinerja proses yang digunakan. Sifat dari

laboratorium initidak rutin dan tidak cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan dan pengurangan alat proses.

4.6.2 Prosedur Analisa Produk

a. *Infra red specttofotometer* (IRS)

Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel *Methyl Acrylate* secukupnya kemudian dianalisa langsung menggunakan *Infra red specttofotometer* (IRS). Dengan alat ini dapat ditentukan kandungan gugus organik yang tersusun, apakah sudah memenuhi kriteria sebagai produk atau belum.

b. *Gas chromathography* (GC)

Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel *Methyl Acrylate* sebanyak 1 mikroliter diinjeksikan ke *injection port* yang terletak di bagian atas GC. Jika lampu kuning menyala maka hasil akan keluar pada kertas *recorder*. Lama analisa sekitar 20 menit.

4.6.3 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *Methyl Acrylate* berupa limbah cair. Limbah cair ini berasal dari:

a. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dengan aerasi dan desinfektan *Calcium Hypoclorite*.

b. Air sisa proses

Limbah dari hasil bawah menara distilasi II berupa 99,5% air dan 0,5% *Methyl Acrylate* dinetralkan dalam kolom penetral. Penetralan dilakukan dengan menggunakan larutan H2SO4 jika pH buangannya lebih dari 7 dan dengan menggunakan larutan NaOH jika pH buangannya kurang dari 7. Air yang netral dialirkan ke kolam penampungan akhir bersama-sama dengan aliran air dari pengolahan yang lain.

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik *Methyl Acrylate* yang akan didirikan direncanakan mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas
Lapangan usaha	: Industri *Methyl Acrylate*
Status perusahaan	: Swasta
Kapasitas	: 24.000 ton/tahun
Lokasi perusahaan	: Cilegon, Banten, Jawa Barat

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang pimpinan perusahaan.

3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik adalah para pemegang saham sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya, karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen

   Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris dan Direktur Utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas

   Suatu perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga perseroan terbatas dapat memperluas usahanya.

   Ciri-ciri Perseroan Terbatas:

1. Perseroan Terbatas didirikan dengan akta dari notaris dengan berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum Dagang.
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-sahamnya.
3. Pemiliknya adalah para pemegang saham.
4. Perseroan Terbatas dipimpin oleh suatu direksi yang terdiri dari para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.7.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka mekanisme formal bagaimanaorganisasi atau perusahaan tersebut dikelolah. Hal ini berhubungan dengankomunikasi yang terjadi di dalam perusahaan demi tercapainya keselarasan dankeselamatan kerja antar karyawan.

Sistem struktur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line, line*dan *staff*sertasistem fungsional**.** Di antara ketiganya yang baik adalah struktur organisasi sistem*line*dan *staff*karena garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Segala sesuatu yangmenyangkut perusahaan diputuskan bersama baik oleh pimpinan maupun staff yang tergabung dalam suatu dewan (dewan komisaris, dewan direksi). Menurutpembagian kerjanya, seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada atasannyasaja dan demi kelancaran produksi pimpinan dalam melaksanakan tugasnya dibantuoleh beberapa staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem *line* dan *staff*ini yaitu:

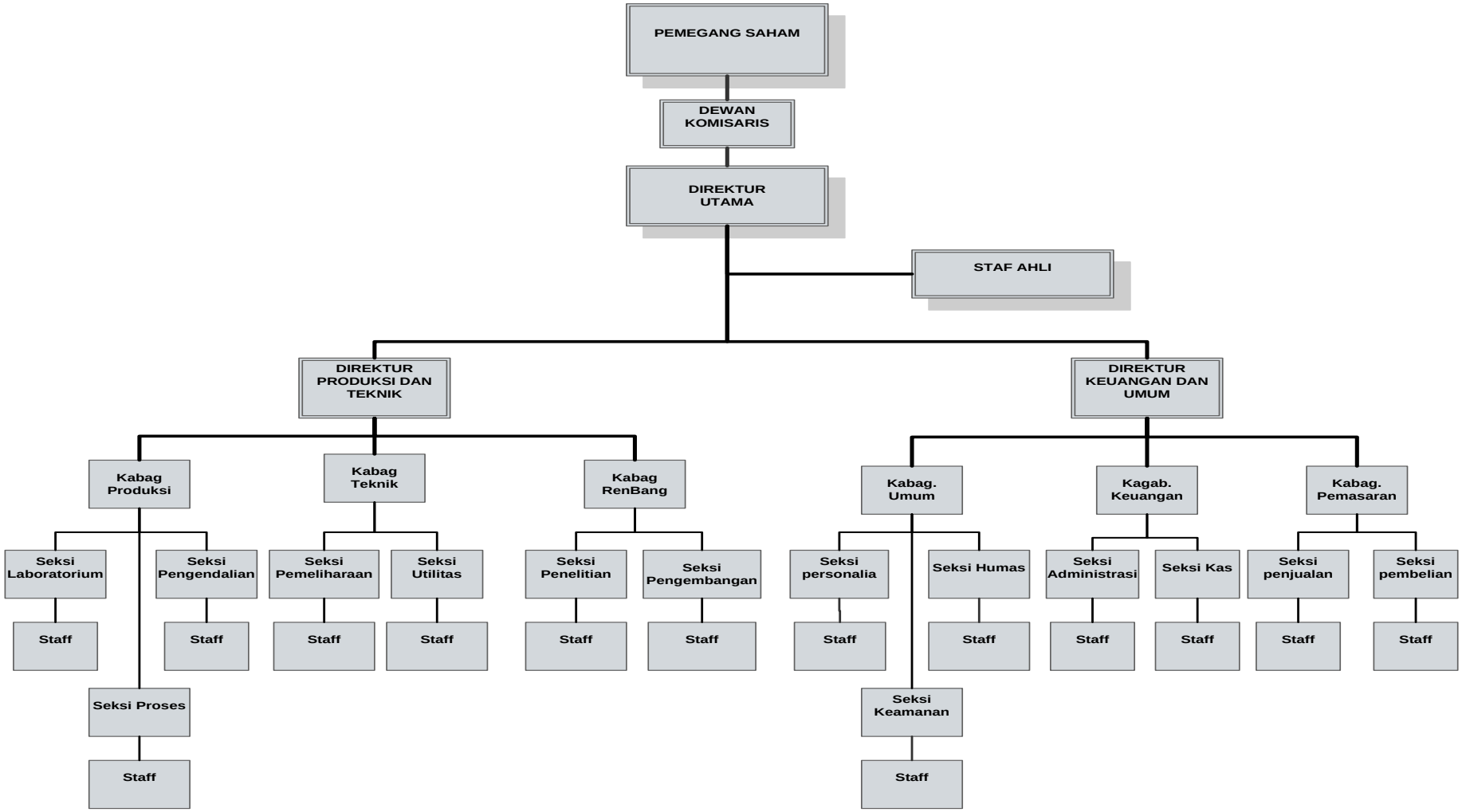
1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai *staff* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya. Dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang

dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serrta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Keuangan dan Umun membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian dan Kepala Bagian ini akan membawahi para karyawan perusahaan.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan didapatkan beberapa keuntungan, antara lain:

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
2. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan manajemen akan lebih terarah.
4. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
5. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
6. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



Gambar 4.3. Struktur Organisasi

4.7.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT. (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut pemegang saham berwenang:

a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada Pemilik Saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran
b. Mengawasi tugas-tugas direksi
c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting

3. Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sebeluhnya terhadap maju mundurnya perusahaan.

Direktur utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Direktur Keuangan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

a. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
b. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
c. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
d. Mengkoordinir kerja sama antara bagian produksi (Direktur Produksi) dan bagian keuangan dan umum (Direktur Keuangan dan Umum).

Tugas dari Direktur Produksi antara lain:

a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi
b. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas dari Direktur Keuangan dan Umum antara lain:

a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum.

b. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawabkepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang Staf Ahli adalah:

a. Memberikan nasehat dan saran dalam perancanaan pengembangan perusahaan.
b. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
c. Memberikan saran dalam bidang hukum.

5. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian dapat juga bertindak sebagai Staf Direktur. Kepala Bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Kepala Bagian terdiri dari:

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi

yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses antara lain:

a) Mengawasi jalannya proses produksi.
b) Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian adalah menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

Tugas seksi laboratorium antara lain:

1) Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
2) Mengawasi dan menganalisa mutu produksi.
3) Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.
4) Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

c) Kepala Bagian teknik.

Tugas kepala bagian teknik antara lain:

1) Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas.
2) Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan antara lain:

1) Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
2) Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

Tugas seksi utilitas antara lain melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, dan tenaga listrik

Tugas seksi keselamatan kerja antara lain:

1) Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja.
2) Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran.

b. Kepala Bagian keuangan

Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.Tugas seksi administrasi adalah menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan antara lain:

a) Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan.
b) Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

c. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian antara lain:

a) Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
b) Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat gudang

Tugas seksi pemasaran antara lain:

a) Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
b) Mengatur distribusi hasil produksi

d. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian umum membawahi seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

Seksi personalia bertugas:

a) Membina tenaga kerja dan menciptakan susana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
b) Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis
c) Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Seksi humas bertugas mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Seksi keamanan bertugas:

a) Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik
b) Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
c) Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan

6. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Litbang membawahi 2 departement, yaitu Departement Penelitian dan Departement Pengembangan. Tugas dan wewenangnya meliputi:

a. Memperbaiki mutu produksi
b. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi
c. Meningkatkan efisiensi perusahaan diberbagai bidang

7. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.7.4 Ketenagakerjaan

Suatu perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mendukung perkembangan perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang-bidang pekerjaan sesuai keahlian. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangan menunjang dalam masalah kelangsungan berjalannya proses produksi dan menjamin beroperasinya alat-alat dalam pabrik. Untuk itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang harmonis akan menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktifitas kerjanya, yang pada akhirnya akan meningkatkan prosuktifitas perusahaan.

Hubungan itu dapat terrealisasi dengan baik jika adanya komunikasi serta fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contohnya adalah sistem penggajian atau pengupahan yang sesuai dengan Upah Minimum Regional (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan.

Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar pada tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan atau suatu pekerjaan

Pabrik *Methyl Acrylate* ini direncanakan beroperasi setiap hari dengan jam kerja efektif 24 jam/hari. Adapun karyawan yang bekerja dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

a. Karyawan non shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan non shift adalah: Direktur, Staf Ahli, Manajer, Kepala Bagian serta staff yang berada di kantor. Karyawan non shift dalam seminggu bekerja selama 6 hari, dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Hari Senin-Jumat : jam 08.00 – 16.00 WIB

Hari Sabtu : jam 08.00 – 12.00 WIB

Waktu istirahat : jam 12.00 – 13.00 WIB

Waktu istirahat Jumat : jam 11.30 – 13.00 WIB

b. Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gedung, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian selama 24 jam sebagai berikut:

Shift pagi : jam 07.00 – 15.00 WIB

Shift sore : jam 15.00 – 23.00 WIB

Shift malam : jam 23,00 – 07.00WIB

Untuk karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu (A / B / C / D) dimana tiga regu bekerja dan satu regu istirahat, serta dikenakan secara bergantian. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, regu yang bertugas tetap harus masuk.

Tabel 4.5. Jadwal Pembagian kelompok shift

Hari	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Pagi	D	D	A	A	B	B	C	C	C	D
Sore	C	C	D	D	A	A	B	B	B	C
Malam	B	B	C	C	D	D	A	A	A	B
Off	A	A	B	B	C	C	D	D	D	A
Hari	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Pagi	D	A	A	B	B	B	C	C	D	D
Sore	C	D	D	A	A	A	B	B	C	C
Malam	B	C	C	D	D	D	A	A	B	B
Off	A	B	B	C	C	C	D	D	A	A

Hari	21	22	23	24	25	26	27	28
Pagi	A	A	A	B	B	C	C	C
Sore	D	D	D	A	A	B	B	B
Malam	C	C	C	D	D	A	A	A
Off	B	B	B	C	C	D	D	D

Jadwal untuk hari selanjutnya mengikuti urutan yang sudah ada. Setelah masuk shift malam, diberikan istirahat untuk penyesuaian sebelum masuk shift pagi.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah absensi digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karir para karyawan di dalam perusahaan.

4.7.5 Kesejahteraan Karyawan

Pada pabrik *Methyl Acrylate* ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Upah minimumpekerja tidak kurang dari Upah Minimum Regional (UMR) di daerah dimana pabrik berdiri dan pelaksanaannya sesuai ketentuan yang berlaku pada perusahaan. Tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima oleh karyawan tersebut. Karyawan akan mendapatkan kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan, dan prestasi kerja karyawan.

Tabel 4.6. Perincian Tugas dan Keahlian

No	Jabatan	Prasyarat
1	Direktur Utama	Sarjana Ekonomi / Teknik / Hukum
2	Direktur Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi / Akuntansi
4	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
5	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
6	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
7	Kepala Bagian Umum	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
8	Kepala Bagian Maintenance	Sarjana Teknik mesin
9	Kepala Bagian Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
10	Kepala Bagian Quality Assurance	Sarjana Teknik Kimia
11	Kepala Seksi	Sarjana
12	Operator	Sarjana atau D3
13	Sekretaris	Sarjana atau Akademi Sekretaris
14	Dokter	Sarjana Kedokteran
15	Perawat	Akademi Perawat
16	Lain-lain	SLTA / Sederajat

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efisien.

Tabel 4.7. Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

NO	JABATAN	JUMLAH
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Staff Ahli	1
5	Kepala Bagian Proses	1
6	Kepala Bagian Utilitas	1
7	Kepala Bagian Pemasaran dan Keuangan	1
8	Kepala Bagian Administrasi dan Umum	1
9	Kepala Bagian Litbang	1
10	Kepala Bagian Humas dan Keamanan	1
11	Kepala Bagian K3	1
12	Ka. Bag. Pemeliharaan Listrik & Instrumentasi	1
13	Kepala Seksi UPL	1
14	Kepala Seksi Proses	1

NO	JABATAN	JUMLAH
15	Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk	1
16	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
17	Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi	1
18	Kepala Seksi Laboratorium	1
19	Kepala Seksi Keuangan	1
20	Kepala Seksi Pemasaran	1
21	Kepala Seksi Personalia	1
22	Kepala Seksi Humas	1
23	Kepala Seksi Keamanan	1
24	Kepala Seksi K3	1
25	Karyawan Personalia	5
26	Karyawan Humas	5
27	Karyawan Litbang	5
28	Karywan Pembelian	5
29	Karyawan Pemasaran	5
30	Karyawan Administrasi	4
31	Karyawan Kas/Anggaran	4
32	Karyawan Proses	18
33	Karyawan Pengendalian	6
34	Karyawan Laboratorium	6
35	Karyawan Pemeliharaan	6
36	Karyawan Utilitas	12
37	Karyawan K3	6
38	Karyawan Keamanan	6
39	Sekretaris	4
40	Dokter	3
41	Perawat	5
42	Sopir	11
43	Cleaning Service	10
	TOTAL	**150**

Tabel 4.8. Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	Jabatan	Gaji/bulan (Rp)	Kualifikasi
I.	Direktur Utama	Rp. 40.000.000	S1 Pengalaman 10 Tahun
II.	Direktur	Rp. 30.000.000	S1 Pengalaman 10 Tahun
III.	Staff Ahli	Rp. 25.000.000	S1 Pengalaman 5 Tahun
IV.	Kepala Bagian	Rp. 20.000.000	S1 Pengalaman
V.	Kepala Seksi	Rp.15.000.000	S1 / D3 Pengalaman
VI.	Sekretaris	Rp. 8.000.000	S1 / D3 Pengalaman
VII.	Karyawan	Rp. 10.000.000	S1 / D3 Pengalaman
VIII.	Karyawan biasa	Rp. 4.000.000	SLTA/ D1/D3

4.7.6 Fasilitas Karyawan

Tersedianya fasilitas yang memadai dapat meningkatkan produktivitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani para karyawan tetap terjaga dengan baik. Sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan. Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

a. Poliklinik

   Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian kerja

Untuk menghindaru kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan diberikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Jamsostek merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan. Bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya.

g. Tempat ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktivitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperringan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi tiap hari yang penyerahannya bersama dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak cuti

a) Cuti tahunan

Diberikan pada karyawan selama 12 hari kerja dalam setahun.

b) Cuti massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

c) Cuti hamil

Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

4.7.7 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan

produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat menghindari terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangan erat kaitannya dengan pengendalian. Dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional. Sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

4.7.8 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik dalam menghasilkan jumlah produk.

a. Kemampuan pasar

   Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan:

   1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
   2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

   Ada tiga alternatif yang dapat diambil yaitu:

   1. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.

2. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
3. Mencari daerah pemasaran lain.

b. Kemampuan pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Material (bahan baku)

   Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

2. Manusia (tenaga kerja)

   Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar ketrampilan meningkat.

3. Mesin (peralatan)

   Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

4.7.9 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai

dengan standar, dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana, serta waktu yang tepat sesuai dengan jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

a. Pengendalian kualitas

   Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi, dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

b. Pengendalian kuantitas

   Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan faktor lain yang dapat menghambat proses produksi. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

c. Pengendalian waktu

   Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian bahan proses

   Bila ingin mencapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku untuk proses harus mencukupi. Oleh karena itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekuarangan.

4.8 Evaluasi Ekonomi

Pada prarancangan pabrik *Methyl Acrylate* ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang

dirancang ini menguntungkan dari segi ekonomi atau tidak. Bagian terpenting dari prarancangan ini adalah estimasi harga dari alat-alat, karena harga digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisis ekonomi, dimana analisis ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dalam titik impas. Selain itu analisis ekonomi juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jadi didirikan.

Untuk itu pada prarancangan pabrik *Methyl Acrylate* ini, kelayakan investasi modal pada sebuah pabrik akan dianalisis meliputi:

a. *%Return on Investment* (ROI)
b. *Pay Out Time* (POT)
c. *Break Event Point* (BEP)
d. *Shut Down Point* (SDP)
e. *Discounted Cash Flow* (DCF)

Untuk meninjau faktor-faktor tersebut perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment*)

   Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produktif dan untuk menjalankannya. *Capital Investment* meliputi:

   a) Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

b) Modal kerja (*Working Capital*)

2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Costs*) terdiri dari:

a) Biaya pengeluaran (*Manufacturing Costs*)

b) Biaya pengeluaran umum (*General Expense*)

3. Total pendapatan penjualan produk *Methyl Acrylate*

4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan

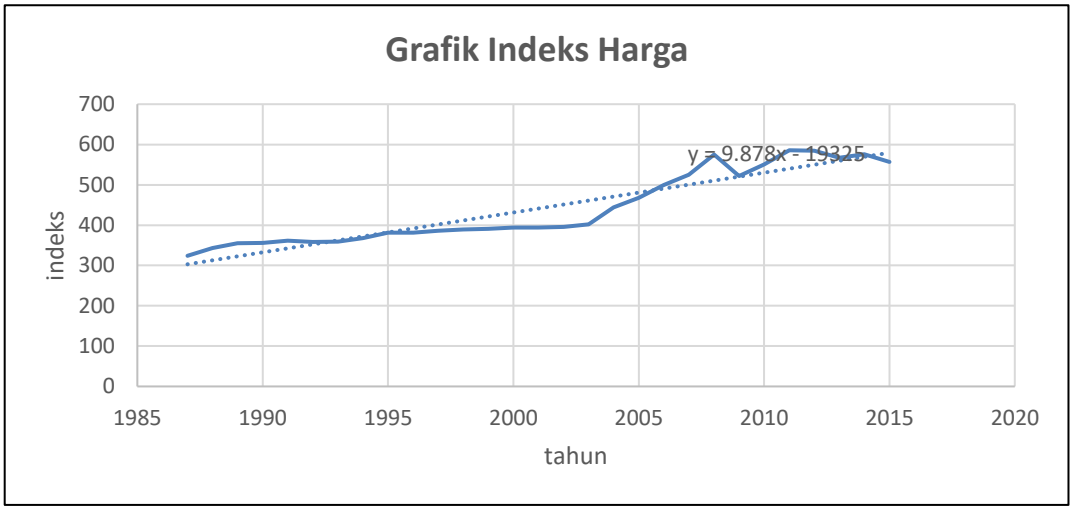
Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya dikalikan rasio indeks harga.

Diasumsikan kenaikan harga setiap tahun adalah linear, sehingga dapat ditentukan indeks nilai pada tahun tertentu.

Tabel 4.9. Indeks Harga Alat

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361.3
6	1992	358.2
7	1993	359.2
8	1994	368.1
9	1995	381.1
10	1996	381.7
11	1997	386.5
12	1998	389.5
13	1999	390.6
14	2000	394.1
15	2001	394.3
16	2002	395.6

No	(Xi)	Indeks (Yi)
17	2003	402
18	2004	444.2
19	2005	468.2
20	2006	499.6
21	2007	525.4
22	2008	575.4
23	2009	521.9
24	2010	550.8
25	2011	585.7
26	2012	584.6
27	2013	567.3
28	2014	576.1
29	2015	556.8



Gambar 4.4. Grafik Indeks Harga Tiap Tahun

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$y = 9{,}878x - 19325$$

Dengan:

y = indeks harga

x = tahun pembelian

dari persamaan tersebut diperoleh harga indeks ditahun 2022 adalah 648,316.

Harga alat dan lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2022) dan dilihat dari grafik pada refrensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada massa sekarang digunakan persamaan:

$$EX = EY\ \frac{NX}{NY}$$

Dimana:

EX : harga alat pada tahun x

EY : harga alat pada tahun y

NX : harga indeks untuk tahun x

NY : harga indeks untuk tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan:

$$Eb = Ea\left(\frac{Cb}{Ca}\right)^{x}$$

Dimana:

Ea : harga alat a

Eb : harga alat b

Ca : kapasitas alat a

Cb : kapasitas alat b

x : eksponen

harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk berbagai macam jenis alat dapat dilihat pada *Peter &*

Timmerhaus, "Plant Design And Economic for Chemical Engineering", 3th edition. Untuk alat yang tidak diketahui harga eksponennya maka diambil harga x sebesar 0,6.

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi adalah:

a) Kapasitas produksi : 24.000 ton/tahun
b) Satun tahun operasi : 330 hari
c) Pabrik didirikan tahun : 2022
d) Nilai kurs dollar 2018 : $ 1 = Rp 14.400
e) Umur alat : 10 tahun

4.8.2 Perhitungan Biaya

a. *Capital Investment*

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment meliputi:

a) *FixedCapital investment* (FCI)

FixedCapital investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan pabrik beserta fasilitas-fasilitasnya.

b) *Working Capital investment* (WCI)

Working Capital investment adalah biaya-biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

b. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost adalah biaya yang dikeluarkan untuk produksi suatu barang, yang merupakan jumlah dari *Direct Manufacturing Cost*(DC), *Indirect Manufacturing Cost*(IC), dan *Fixed Manufacturing Cost* (FC), yang berkaitan dengan produk.

a) *Direct Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b) *Indirect Manufacturing Cost*

*Indirect Manufacturing Cost*adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c) *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost adalah harga yang berkaitan dengan *Fixed Capital Investment* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan, dimana harganya tetap tidak dipengaruhi waktu maupun tingkat produksi.

c. *General Expense*

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.8.3 Pendapatan Modal

Untuk mendapatkan titik impas maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang tidak terpengaruh produksi atau tidak berproduksi.

b. Biaya variabel (*Variabel Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya dipengaruhi kapasitas produksi.

c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya proporsional dengan kapasitas produksi. Biaya-biaya itu bisa menjadi biaya tetap dan bisa menjadi biaya variabel.

4.8.4 Analisis Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, dan untuk mengetahui pabrik tersebut berpotensial untuk didirikan atau tidak, maka perlu dilakukan analisa kelayakan.

1. *Percent Return On Investment* (ROI)

Percent Return On Investment adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

$$ROI = \frac{Profit}{Fixed\ Capital\ Cost} x100\%$$

Nilai ROI minimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 11% dan ROI minimum untuk pabrik beresiko tinggi adalah 40%. (Aries & Newton, 1955)

2. *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang dibutuhkan untuk pengembalian *Fixed Capital Investment* dengan keuntungan pertahun sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Cost}{profit + (0{,}1\ x\ Fixed\ Capital\ Investment)} x100\%$$

Untuk pabrik beresiko rendah selama 5 tahun, sedangkan untuk pabrik beresiko tinggi selama 2 tahun. (Aries & Newton, 1955)

3. *Break Even Point* (BEP)

   Break Even Point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas oabrik pada saat *sales* sama dengan *total cost*.

$$BEP = \frac{(Fa + 0{,}3Ra)}{(Sa - Va - 0{,}7Ra)} x100\%$$

   Dimana:

   Fa : *Annual Fixed Expense*

   Ra : *Annual Regulated Expense*

   Va : *Annual Variabel Expense*

   Sa : *Annual Sales Value*

   Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah nilai BEP dan untung jika beroperasi diatas nilai BEP. Harga BEP pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas maksimal. (Aries & Newton, 1955)

4. *Shut Down Point* (SDP)

   Shut Down Point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk

menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun, maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

$$SDP = \frac{0{,}3Ra}{(Sa - Va - 0{,}7Ra)} x100\%$$

5. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Discounted Cash Flow adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank.

Rate of Return dihitung dengan persamaan: $(FC + WC)(1 + i)^n = CF[(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \cdots + (1 + i) + 1 + SV + WC]$

Nilai R harus sama dengan S.

Dimana:

FC: *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value* (nilai tanah)

CF: *Annual Cash Flow (Profit after taxes + depresi + finance)*

i : *Discounted Cash Flow*

n : Umur pabrik (tahun)

4.8.5 Perhitungan ekonomi

1) Penentuan Total *Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam perhitungan analisis ekonomi:

a. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2023

b. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu

c. Kapasitas produksi adalah 24.000 ton/tahun

d. Jumlah hari kerja adalah 330 hari/tahun

e. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik

f. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun

g. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol

h. Situasi pasar, biaya, dan lain-lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi

i. Upah tenaga asing sebesar $ 20/jam

j. Upah tenaga Indonesia sebesar Rp. 15.000/jam

k. Harga bahan baku asam akrilat Rp. 26.575

l. Harga bahan baku metanol Rp. 15.000

m. Harga katalis asam sulfat Rp. 97.500

n. Harga produk *Methyl Acrylate* $ 2

o. Kurs rupiah yang dipakai sebesar $ 1 sama dengan Rp.14.400

2) Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Tabel. 4.10. Harga Alat Proses

No.	Nama Alat	Kode	Jumlah	Harga (US $)
1	Tangki asam akrilat	T-01	1	56.605
2	Tangki metanol	T-02	1	37.587
3	Tangki asam sulfat	T-03	1	16.655
4	Tangki *Methyl Acrylate*	T-04	2	80.125
5	Reaktor CSTR	R-01	1	259.281
6	Decanter	DC-01	1	163.176
7	Separator Drum	SP-01	1	7.877
8	Menara distilasi 01	MD-01	1	450.141

No.	Nama Alat	Kode	Jumlah	Harga (US $)
9	Reboiler 01	RE-01	1	3.939
10	Kondensor 01	CD-01	1	675
11	Menara distilasi 02	MD-02	1	562.677
12	Reboiler 02	RE-02	1	3.826
13	Kondensor 02	CD-02	1	52.892
14	Kondensor 03	CD-03	1	4.276
15	Heater 01	HE-01	1	4.164
16	Heater 02	HE-02	1	8.103
17	Heater 03	HE-03	1	10.578
18	Heater 04	HE-04	1	16.093
19	Heater 05	HE-05	1	15.530
20	Cooler 01	CL-01	1	44.226
21	Cooler 02	CL-02	1	1.801
22	Pompa 01	P-01	2	29.709
23	Pompa 02	P-02	2	27.684
24	Pompa 03	P-03	2	24.533
25	Pompa 04	P-04	2	33.536
26	Pompa 05	P-05	2	29.709
27	Pompa 06	P-06	2	33.536
28	Pompa 07	P-07	2	24.533
29	Pompa 08	P-08	2	33.536
30	Pompa 09	P-09	2	22.282
TOTAL				**2.059.284**

Tabel. 4.11. Harga Alat Utilitas

No.	Nama Alat	Jumlah	Harga (US $)
1	*Screener*	1	27.121
2	Bak ekualisasi	1	53.004
3	Reverse osmosis (SW)	1	11.254
5	Reverse osmosis (BW)	1	3.714
6	Bak penampung air	1	83.501
7	Hot basin	1	28.359
8	Cooling tower	1	10.916
9	Blower cooling tower	1	172.688
10	Cold basin	1	28.246
11	Tangki kation-anion	1	10.916
	Boiler	1	3.714
12	Deaerator	1	1.463
13	Tangki deaerated water	1	42.201
14	Tangki denim	1	7.877
15	Tangki kondensat	1	8.440
16	Tangki sanitasi	1	39.275

No.	Nama Alat	Jumlah	Harga (US $)
17	Tangki HCl	1	2.138
18	Tangki NaOH	1	3.264
19	Tangki Kaporit	1	450
20	Pompa 01	2	34.211
21	Pompa 02	2	34.211
22	Pompa 03	2	34.211
23	Pompa 04	2	25.208
24	Pompa 05	2	25.208
25	Pompa 06	2	25.208
26	Pompa 07	2	25.208
27	Pompa 08	2	25.208
28	Pompa 09	2	34.211
29	Pompa 10	2	34.211
	Kompresor	2	12.378
TOTAL			**841.823**

Tabel. 4.12. Data *Physical Plant Cost* (PPC)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Purchased Equipment Cost*	41.860.000.000	2.907.000
2	*Delivered Equipment Cost*	10.465.000.000	726.740
3	*Instalation Cost*	6.600.000.000	458.330
4	Pemipaan	9.726.000.000	675.414
5	Instrumentasi	10.421.000.000	723.651
6	Insulasi	1.568.000.000	108.860
7	Listrik	4.186.000.000	290.696
8	Bangunan	29.750.000.000	2.066.000
9	*Land & Yard Improvement*	63.600.000.000	4.417.000
TOTAL		**178.175.000.000**	**12.373.000**

Tabel. 4.13. Data *Fixed Capital Investment* (FCI)

No	*Fixed Capital*	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Direct Plant Cost*	213.810.000.000	14.848.000
2	*Constractor's fee*	8.552.000.000	593.918
3	*Contingency*	21.381.000.000	1.485.000
TOTAL		**243.744.000.000**	**16.927.000**

3) Manufacturing Cost

Biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan suatu produk (per tahun).

a) *Direct Manufacturing Cost*

Merupakan pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu pabrik.

Tabel. 4.14. Tabel Bahan Baku Pabrik *Mrthyl Acrylate*

No	Bahan Baku	Densitas (kg/m^3)	Kebutuhan (Kg/tahun)	Harga ($/Kg)	Total Harga ($/Tahun)
1	Asam Akrilat	426,796	20.435.000	1	20.435.000
2	Metanol	307,912	10.882.000	0,49	5.332.000
3	Asam Sulfat	578,103	3.131.000	0,20	626.287
TOTAL					**26.394.000**

Tabel. 4.15. *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	*Tipe of Expenses*	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	Raw material	380.073.000.000	26.394.000
2	Labor	19.644.000.000	1.364.000
3	Supervision	4.911.000.000	341.042
4	Manitenance	9.750.000.000	677.066
5	Plant supplies	1.462.000.000	101.560
6	Royalty and patents	34.560.000.000	2.400.000
7	Utilitas	19.417.000.000	1.348.000
Total DMC		**469.817.000.000**	**32.626.000**

b) Indirect Manufacturing Cost

Merupakan pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

Tabel. 4.16. *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Payroll overhead*	2.947.000.000	204.625
2	*Laboratory*	1.964.000.000	136.417
3	*Plant overhead*	9.822.000.000	682.083
4	*Packaging and shipping*	34.560.000.000	2.400.000
Total IMC		**49.293.000.000**	**3.423.000**

c) *Fixed Manufacturing Cost*

Merupakan pengeluaran yang berkaitan dengan *initial fixed capital investment* dan harganya tetap tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

Tabel. 4.17. *Fixed Manufacturing Cost* (FMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Depreciation*	24.374.000.000	1.693.000
2	*Property taxes*	2.437.000.000	169.267
3	*Insurance*	2.437.000.000	169.267
Total FMC		**29.249.000.000**	**2.031.000**

Tabel. 4.18. *Manufacturing Cost* (MC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Direct Manufacturing Cost*	469.817.000.000	32.626.000
2	*Indirect Manufacturing Cost*	49.293.000.000	3.423.000
3	*Fixed Manufacturing Cost*	29.249.000.000	2.031.000
Total *Manufacturing Cost*		**548.360.000.000**	**38.080.000**

4) *Working Capital*

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

Tabel. 4.19. *Working Capital* (WC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Raw Material Inventory*	8.062.000.000	559.872
2	*Inprocess Inventory*	830.848.000	57.698
3	*Product Inventory*	11.632.000.000	807.769
4	*Extended Credit*	14.662.000.000	1.018.000
5	*Available Cash*	49.851.000.000	3.462.000
Total *Working Capital*		**85.038.000.000**	**5.905.000**

5) *General Expense*

Yaitu macam-macam pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

Tabel. 4.20. *General Expense* (GE)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Administration*	16.451.000.000	1.142.000
2	*Sales Expense*	27.418.000.000	1.904.000
3	*Research*	19.193.000.000	1.333.000
4	*Finance*	13.151.000.000	913.282
Total *General Expense*		**76.213.000.000**	**5.292.000**

Total *production cost* = *manufacturing cost* + *general expense*

= Rp. 548.360.000.000+ Rp. 76.213.000.000

= Rp. 624.572.000.000

= $ 43.373.000

6) Analisa keuntungan

Pabrik *methyl acrylate* yang didirikan ini merupakan pabrik beresiko rendah. Karena dilihat dari kondis operasi, sifat-sifat bahan yang

digunakan, serta produk samping yang dihasilkan, pabrik *methyl acrylate* ini masuk dalam kategori pabrik beresiko rendah.

Total penjualan = Rp. 691.200.000.000

Total *production cost* = Rp. 624.572.000.000

Keuntungan sebelum pajak = Rp. 66.628.000.000

Pajak 52% dari keuntungan = Rp. 34.646.000.000

Keuntungan setelah pajak = Rp. 31.981.000.000

a) *Return on Investment* (ROI)

$$ROI = \frac{Profit}{Fixed\ Capital\ Cost} x100\%$$

ROI sebelum pajak = 27,3%

ROI sesudah pajak = 13,1%

b) *Pay Out Time* (POT)

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Cost}{profit + (0{,}1\ x\ Fixed\ Capital\ Investment)} x100\%$$

POT sebelum pajak = 2,7 tahun

POT sesudah pajak = 4,3 tahun

c) Break Event Point (BEP)

a. *Fixed Cost* (Fa)

Perhitungan *fixed cost* terdiri dari:

Depresiasi = Rp. 24.374.000.000

= $ 1.693.000

Property Taxes = Rp. 2.437.000.000

= $ 169.267

Asuransi	= Rp 2.437.000.000
	= $ 169.267
Total nilai Fa	**= Rp. 29.249.000.000**
	= $ 2.031.000

b. *Regulated Cost* (Ra)

Perhitungan *regulated cost* terdiri dari:

Gaji karyawan	= Rp. 19.644.000.000
	= $ 1.364.000
Payroll overhead	= Rp. 2.946.600.000
	= $ 204.625
Supervision	= Rp. 4.911.000.000
	= $ 341.042
Plant overhead	= Rp. 9.822.000.000
	= $ 682.083
Laboratorium	= Rp. 1.964.400.000
	= $ 136.417
General Expense	= Rp. 76.213.000.000
	= $ 5.292.000
Maintenance	= Rp. 9.750.000.000
	= $ 677.066
Plant Supplies	= Rp. 1.462.000.000
	= $ 101.560
Total nilai Ra	**= Rp. 126.713.000.000**

= $ 8.799.000

c. *Variabel Cost* (Va)

Perhitungan *variabel cost* terdiri dari:

Raw material	= Rp. 380.073.000.000
	= $ 26.394.000
Packaging and Shipping	= Rp. 34.560.000.000
	= $ 2.400.000
Utilitas	= Rp. 19.417.000.000
	= $ 1.348.000
Royalty & Patent	= Rp. 34.560.000.000
	= $ 2.400.000
Total nilai Va	**= Rp. 468.610.000.000**
	= $ 32.542.000

d. *Sales* (Sa)

Biaya *sales*	= Rp. 691.200.000.000
Maka nilai BEP	= 50,2%

d) *Shut Down Point* (SDP)

$$SDP = \frac{0{,}3\ Ra}{Sa - Va - (0{,}7\ Ra)} x100\%$$

$$SDP = 28{,}4\%$$

e) *Discounted Cash Flow Rate*

Umur pabrik	= 10 tahun
Salvage value	= depresiasi
	= Rp. 24.374.000.000

Cash flow = *annual profit* + depresiasi + *finance*

= Rp. 37.526.000.000

Working capital = Rp. 85.038.000.000

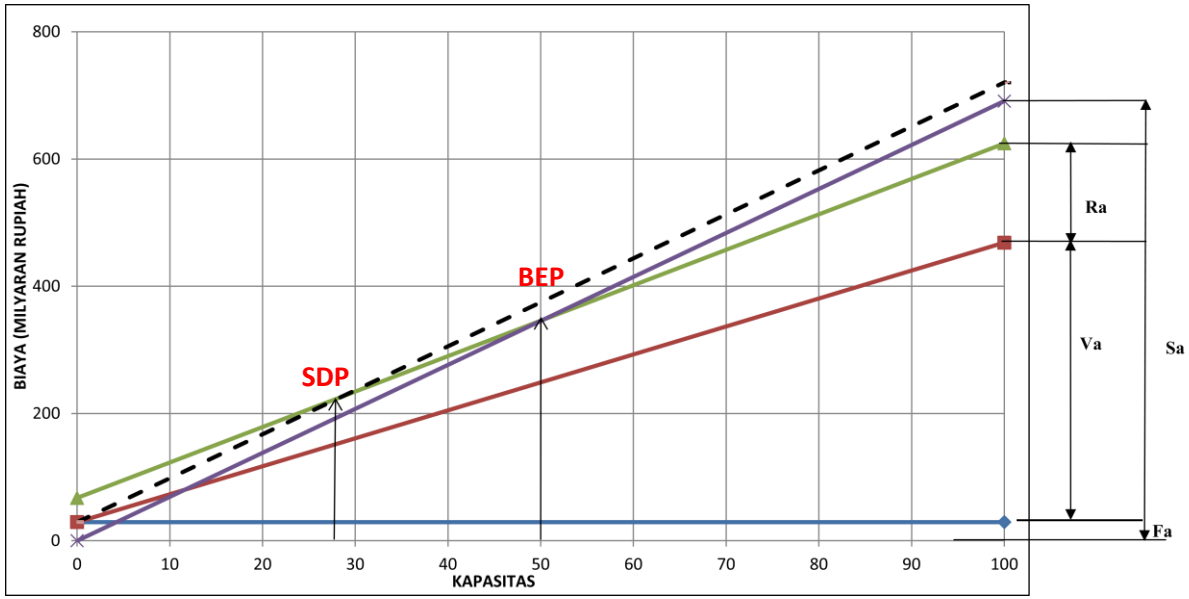
FCI = Rp. 243.744.000.000

Discounted Cash Flow adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibanding dengan tingkat bunga yang berlaku di bank. Nilai dari DCF harus lebih dari 1,5% bunga bank atau DCF bernilai minimum 7,125%. Pada perhitungan ini diperoleh nilai DCF sebesar 8,5%.

Tabel. 4.21. Analisa Kelayakan

No	Kriteria	Terhitung	Syarat
1	*Return on Investment* - ROI sebelum pajak - ROI setelah pajak	 27.34% 13.12%	Minimal 11% untuk pabrik beresiko rendah
2	*Pay Out Time* - POT sebelum pajak - POT setelah pajak	 2,68 4,33	Maksimal 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah
3	*Break Event Point*	50,24%	40 – 60%
4	*Shut Down Point*	28,39%	
5	*Discounted Cash Flow*	8,524%	Minimal 7,125%

Dari perhitungan evaluasi ekonomi, maka dapat digambarkan grafik hubungan kapasitas produksi terhadap BEP dan SDP sebagai berikut:



Gambar. 4.5. Grafik Hubungan Kapasitas Produksi terhadap BEP dan SDP

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam prarancangan pabrik *Methyl Acrylate* melalui proses esterifikasi asam akrilat dan metanol dengan kapasitas 24.000 ton/tahun dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Pendirian pabrik *Methyl Acrylate* diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *Methyl Acrylate* dalam negeri sehingga dapat mengurangi jumlah impor, meningkatkan pertumbuhan ekonomi serta dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.
2. Pabrik *Methyl Acrylate* berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten, jawa Barat di atas tanah seluas 33.100 m^2 dengan jumlah karyawan 150 orang dan beroperasi 330 hari/tahun.
3. Berdasarkan proses, kondisi operasi, dan sifat-sifat bahan baku pembuatan *Methyl Acrylate* maka pabrik *Methyl Acrylate* tergolong pabrik beresiko rendah.
4. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, maka diperoleh hasil sebagai berikut:
   a) Keuntungan pabrik sebelum pajak diperoleh sebesar Rp. 66.628.000.000. Sedangkan keuntungan pabrik setelah pajak diperoleh sebesar Rp. 31.981.000.000.

b) Nilai ROI sebelum pajak sebesar 27,4% dan nilai ROI sesudah pajak sebesar 13,1%. Menurut Aris Newton (1955), untuk pabrik kimia beresiko rendah harga ROI sebelum pajak minimum sebesar 11%, sehingga memenuhi syarat.

c) *Pay Out Time* sebelum pajak adalah 2,7 tahun dan sesudah pajak adalah 4,3 tahun. Nilai ini berada dibawah POT maksimum yang besarnya 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah.

d) Diperoleh nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 50,2%. Untuk pabrik di Indonesia nilai BEP sekitar 40% sampai 60%.

e) Diperoleh nilai *shut down point* (SDP) sebesar 28,4%

f) Nilai *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) diperoleh sebesar 8,5%.

5. Dengan mempertimbangkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi diatas maka pabrik *Methyl Acrylate* melalui proses esterifikasi asam akrilat dan metanol dengan kapasitas 24.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

Dalam prarancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman tentang konsep-konsep dasar yang dapat memudahkan dalam hal perancangannya. Misalnya, pemilihan alat proses, atau alat penunjang, bahan baku, kondisi operasi, dan lain-lain. Selain itu juga harus melakukan pencarian data-data yang diperlukan sebelum membangun suatu pabrik kimia

sehingga dengan informasi dan data-data yang lengkap dapat mempermudah suatu prarancangan pabrik kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Aries,R.S., and Newton,R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost Estimation", Mc.Graw Hill Book Co., New York.

BPS, "Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia", BPS, Yogyakarta

Branan, C.R., 1994 *Rules of Thumb for Chemical Engineering,* Gulf Publishing Company, Texas

Brown,G.G., 1950 "Unit Operation", Modern Asia Editions, New York.

Brownell,L.E., and Young,E.H., 1959,"Process Equipment Design", Wiley Eastern Ltd.,New Delhi.

Coulson,J.M., and Richardson,J.F., 1983, "Chemical Engineering", vol.6., 1st ed.,Pergamon Press.,Oxford.

Fesseden,RJ., dan Fesseden., 1986 Kimia Orgaik,Erlangga,Jakarta

Harga Alat,www.matche.com, 21 juni 2018

Harga Bahan,www.indonesian.alibaban.com, 14 juli 2018

Kern,D.Q., 1950, "Process Heat Transfer", Mc.Graw Hill International Book Co., Tokyo.

Luthfiana.2012. Prarancangan Pabrik Metil Akrilat dari Metanol dan Asam Akrilat dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 55.000 Ton/Tahun. Tugas Akhir. UNS. Surakarta.

Patent,*United States Patent 3.875.212,* 1 April 1975

Patent,*United States Patent 2.916.512,* 8Desember 1959

Perry,R.H., and Chilton,C.H., 1999, "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 7th ed., Mc.Graw Hill Book Co., Inc., New York.

Peters,M.S., and Timmerhouse,K.D., 1981, "Plant Design and Economics Chemical Engineers", 3rd ed., Mc.Graw Hill Book Co., New York.

Powell,S.T., 1954, "Water Conditioning for Industry", McGraw-Hill Book Company, Inc., New York

SMITH, J.M., H.C. VANNESS, and M.M. ABBOTT, *"Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics"*, 7th ed., McGraw-Hill, New York, 2004.

Treyball, R..E., 1980, " Mass Transfer Operations", 3rd ed., McGraw Hill Book Company Inc., New York.

VANNESS, H.C., *"Understanding Thermodynamics"*, Dover Publications, Boston, 1983.

WALAS, S.M., *"Chemical Equipment Process"*, Butterworth-Heinemann, Woburn, 1990.

Yaws. 1997. Chemical Property Handbook. McGraw Hill Companies Inc. New York.

LAMPIRAN

PERANCANGAN REAKTOR (R-01)

Jenis : *Continuous Stirred Tank Reactor*

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara asam akrilat dan metanol dengan bantuan katalis asam sulfat

Kondisi Operasi :

- Suhu : 55°C
- Tekanan : 1 atm
- Konversi : 98%
- Waktu tinggal : 70 menit (diperoleh dari patent).

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor :

$$C_3H_4O_2 + CH_4O \longrightarrow C_4H_6O_2 + H_2O$$

1. Dasar Pemilihan Jenis Reaktor

Dipilih CSTR dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Fase reaksi cair-cair dan prosesnya kontinyu

b. Pada reaktor alir tangki berpengaduk suhu dan komposisi campuran dalam reaktor selalu seragam. Hal ini memungkinkan melakukan suatu proses isotermal dalam reaktor CSTR.

c. Pada reaktor alir tangki berpengaduk karena volume reaktor relatif besar dibandingkan dengan reaktor alir pipa, maka waktu tinggal juga besar, berarti zat pereaksi dapat lebih lama bereaksi didalam reaktor.

2. Dasar Pemilihan Jaket Pendingin

Luas area transfer panas reaktor lebih kecil dibandingkan dengan luas selimut reaktor.

3. Dasar Pemilihan Pengaduk

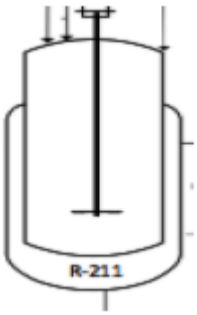
Menentukan jenis pengaduk dilihat berdasarkan nilai viskositas cairan yang diaduk dan volume cairan yang diaduk. Sehingga dipilih pengaduk tipe *marine propeller with 3 blades and pitch 2Di* dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Cocok untuk mempercepat terjadinya perpindahan massa dan panas dalam bentuk larutan pada sistem yang saling larut, karena pola aliran yang dihasilkan adalah radial.

b. Cocok untuk cairan dengan viskositas mencapai 4000 cP

c. Cocok untuk volume fluida sampe dengan 2000 gallon.

4. Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-01)



Gambar A.1. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Reaksi di dalam reaktor:

$$C_3H_4O_2 + CH_4O \longrightarrow C_4H_6O_2 + H_2O$$

Tabel 1. Komposisi dengan Perhitungan Kapasitas Reaktor

Umpan Masuk:

Komponen	BM	Kg/jam	Kmol/jam
$C_3H_4O_2$	72,06	2580,208	35,806
H_2O (impuritis)	18,01	26,063	1,4471
CH_4O	32,04	1374,055	42,886
H_2O (impuritis)	18,01	28,042	2,557
H_2SO_4	98,08	39,493	0,403
H_2O (impuritis)	18,01	0,806	0,045

Umpan Recycle

Komponen	BM	Kg/jam	Kmol/jam
$C_3H_4O_2$	72,06	47,295	0,656
H_2SO_4	98,08	355,44	3,624
$H_4H_6O_2$	86,09	914,625	50,784

Total umpan masuk dan *recycle* adalah 5366,027 kg/jam

Umpan Keluar:

Komponen	BM	Kg/jam	Kmol/jam
$C_3H_4O_2$	72,06	52,550	0,729
CH_4O	32,04	119,155	7,152
H_2SO_4	98,08	394,934	4,027
$C_4H_6O_2$	86,09	3076,293	35,733
H_2O	18,01	1613,095	89,567

Total umpan keluar = 5366,027 kg/jam

5. Menghitung Densitas dan Kecepatan laju Alir Volumetrik

Suhu = 55°C

= 328 K

Data denstitas *liquid* diperoleh dari Table 8-1 dan 8-2, Yaws.

$$\rho = A \,.\, B^{-(1-T/T_c)^n}$$

Tabel A.2. Perhitungan Densitas *Liquid*

Komponen	A	B	n	Tc	ρ (kg/m3)
$C_3H_4O_2$	0,34565	0,25822	0,30701	615	10092,1889

CH_4O	0,27197	0,27192	0,23310	512,58	759,0307
H_2SO_4	0,42169	0,19356	0,28570	925	1796,0256
H_2O	0,34710	0,274	0,28571	647,13	999,7097

komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi massa (xi)	ρ (kg/m3)	ρ .xi
$C_3H_4O_2$	2627,5031	0,4947	10092,1889	499,2636
CH_4O	1374,0550	0,2587	759,0307	196,3711
H_2SO_4	394,9336	0,0744	1796,0256	133,5521
H_2O	914,6250	0,1722	999,7097	172,1596
Total	5311,1166	1		1001,3464

Densitas campuran = 1001,3464 kg/m^3

$$volume\ cairan = waktu\ tinggal\ x\ \left(\frac{massa}{\rho}\right)$$

$$volume\ cairan = 1{,}17\ jam\ x\ \frac{5311{,}1166\ \ kg/jam}{1001{,}3464\ \ kg/m^3}$$

$$volume\ cairan = 6{,}1880\ m^3$$

6. Menghitung Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor ini dengan memilih *over design* sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi:

$$volume\ alat = 1{,}2(volume\ cairan)$$

$volume\ alat =$ 1,2 x 6,1880

$$volume\ alat = 7{,}4256\ m^3 = 262{,}2314 ft^3$$

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak, maka:

$$V = vol.silinder + vol.tutup$$

$$V = vol.silinder + vol.head$$

Dipilih tutup berbentuk *torispherical dished head*

Dengan persamaan volume *head* (persamaan 5.11, Brownell) sebagai berikut:

$V_h = 0{,}000049D^3$

Sehingga persamaannya menjadi:

$$V = \frac{1}{4}\pi D^2 H + [0{,}000049\,.\,(D^3)]$$

Perancangan ini memilih H = 2D

$$V = \frac{1}{4}\pi D^2 H + [0{,}000049\,.\,(D^3)]$$

$262{,}2314 = D^3(2/4\ x\ 3{,}124 + 0{,}000049)$

$262{,}2314 = D^3\ x\ 1{,}57$

$D^3 = 167{,}0211$

$D = 5{,}5071\ ft = 66{,}0853\ in = 1{,}6786\ m$

$H = 2\ x\ D$

$H = 2\ x\ 5{,}5071\ ft$

$H = 11{,}0142\ ft = 132{,}1707\ in = 3{,}3571\ m$

7. Menghitung Tebal Dinding Reaktor

Digunakan persamaan dari persamaan 13.1 (Brownell and Young, 1959)

$$t_s = \frac{P\ x\ r}{(f\ x\ E - 0{,}6P)} + C$$

Keterangan:

T_s : tebal *shell*

P : tekanan

R : jari-jari

E : efisiensi pengelasan

C : faktor koreksi

F : tegangan yang diijinkan (tabel 13.2, Coulson 4ed)

Mencari Tekanan Hidrostatis

$$vol.cairan = h_{cairan}\ x \frac{\pi D^2}{4}$$

$$6{,}1880 = h_{cairan}\ x\ 2{,}2118$$

$$h_{cairan} = 2{,}7977\ m$$

$$P_{hidrostatis} = \rho\ x\ g\ x\ h_{cairan}$$

$$P_{hidrostatis} = 27454{,}3696\ \ N/m^2$$

$$P_{hidrostatis} = 3{,}9819\ psia$$

Pertimbangan: cairan dalam reaktor mengandung asam.

Dari tabel 23-3 Perry, dipilih bahan konstruksi *Stainless Steel* 316 AISI (18Cr, 12Ni, 2.5Mo) dan diperoleh data-data sebagai berikut:

- *Allowable stress* (f) = 18847,948 psia
- Sambungan yang dipilih = *double welded butt joint*
- Efisiensi sambungan (E) = 80%
- *Corrosion allowance* (C) = 0,125 in
- Jari-jari reaktor (ri) = 33,0427 in
- Tekanan (P) =

  $$P = P_{operasi} + P_{hidrostatis}$$

  $$P = 14{,}7 + 3{,}9819 = 18{,}6819\ psia$$

Menghitung Teabal *Shell*

$$t_s = \frac{P\ x\ r}{(f\ x\ E - 0{,}6P)} + C$$

$$t_s = \frac{18{,}6819\ x\ 33{,}0427}{\left(18847{,}948\ x\ 0{,}8 - 0{,}6(18{,}6819)\right)} + 0{,}125$$

$$t_s = 0{,}1660\ in$$

Sehingga berdasarkan tabel 5.7 Brownell and Young digunakan ketebalan *shell* standar sebesar 0,1875 in.

ID *shell* = 66,0853 in

OD *shell* = ID + 2t

= 66,0853 + (2 x 0,1875)

= 66,4603 in

Dari tabel 5.7 (Brownell, 1959), untuk OD standar dipilih yang terdekat yaitu:

OD = 72 in

= 1,8288 m

Standarisasi dari tabel 5.7 Brownell and Young diperoleh sebagai berikut:

icr = 4,375 in

rc = 72 in

ID = OD – 2ts

= 72 – (2 x 0,1875)

= 71,6250 in

= 1,8193 m

= 5,9688 ft

H = 2 x D

= 2 x 71,6250

= 143,25 in

= 3,6386 m

= 11,9375 ft

8. Perancangan Dimensi *Head*

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis *head*meliputi:

1. *Flanged and Standard Dished Head*

   Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil

2. *Torispherical Flanged and Dished Head*

   Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis

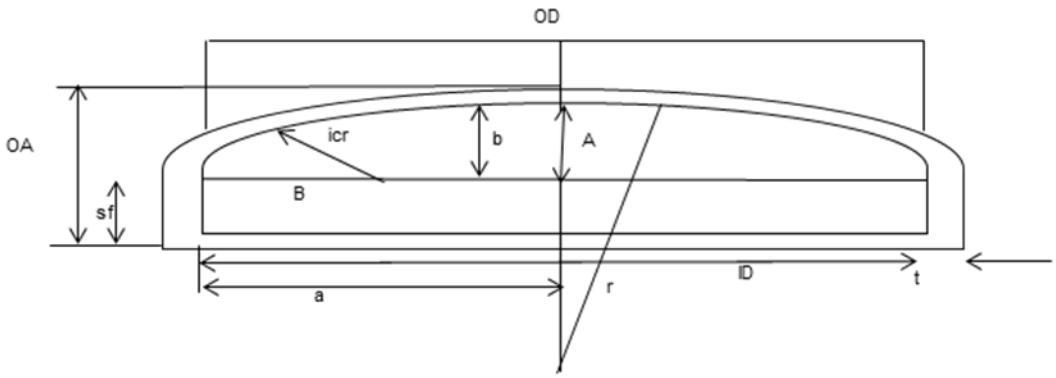
3. *Eliptical Dished head*

   Digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal

4. *Hemispherical Head*

   Digunakan untuk tekanan operasi yang sangat tinggi, struktur kuat, dan ukuran yang tersedia sangat terbatas.

Dari pertimbangan-pertimbangan diatas dan tekanan operasi perancangan yang dibuat, maka dipilih bentuk *torispherical flanged and dished head*.



Gambar A.2. Tinggi *Head*

$$t_h = \frac{P\ x\ r_c\ x\ W}{2\ x\ fE - 0{,}2P} + C$$

$$W = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{r_c}{icr}}\right)$$

$$W = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{72}{4{,}375}}\right)$$

$$W = 1{,}7645$$

$$t_h = \frac{18{,}6819\ x\ 72\ x\ 1{,}7645}{2\ x\ 18847{,}948\ x\ 0{,}8\ - 0{,}2\ x\ 18{,}6819} + 0{,}125$$

$$t_h = 0{,}2037\ in$$

Dari tabel 5.6 Brownell and Young, dipilih th standar ¼ in (0,25 in). Berdasarkan tabel 5.8 Brownell and Young dipilih nilai sf sebesar 3 in (0,0762m).

ID = OD – 2th

= 72 – 2(0,25)

= 71,5 in

= 1,8161 m

a = ID/2

= 71,5/2

= 35,75 in

AB = a – irc

= 35,75 – 4,374

= 31,375 in

BC = rc – irc

= 72 – 4,375

= 67,625 in

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2}$$

$$AC = \sqrt{(67{,}625)^2 - (31{,}375)^2}$$

AC = 59,9062 in

b = rc – AC

= 72 – 59,9062

= 12,0938 in = 0,3072 m

AO = sf + b + th

= 3 + 12,0938 + 0,25

= 15,3438 in = 0,3897 m

Volume *head*total (V *head*) = vol.*head* (v_h) + vol.*flange* (v_{sf})

Volume sebuah *head*untuk *Torispherical dished head* adalah:

$V_h = 0{,}000049ID^3$

$V_h = 0{,}000049\ x\ 71{,}5^3$

$V_h = 17{,}9108\ ft^3 = 0{,}5072\ m^3$

$V_{sf} = \frac{\pi}{4} xID^2 xs_f$

$V_{sf} = \frac{\pi}{4} x1{,}8161^2 x0{,}0762$

$V_{sf} = 0{,}1973\ m^3$

Sehingga volume *head*total adalah:

$V_{head} = V_h + V_{sf}$

$V_{head} = 0{,}5072 + 0{,}1973 = 0{,}7045\ m^3$

Kemudian menghitung luas permukaan cairan (At):

$A_t = \frac{\pi}{4}\ x\ {D_i}^2$

$A_t = \frac{\pi}{4}\ x\ 1{,}8193^2$

$A_t = 2{,}5982\ m^2$

Tinggi cairan dalam *shell*dapat dihitung dengan cara:

$h_s = \frac{V_{cairan\ dalam\ shell}}{A_t}$

$$h_s = \frac{5,4835}{2,5982}$$

$$h_s = 2,1105\ m = 83,0917\ in$$

Sehingga tinggi cairan total dalam reaktor sebelum ada koil adalah:

$$h_{total} = h_{shell} + b + s_f$$

$$h_{total} = 2,1105 + 0,3072 + 0,0762$$

$$h_{total} = 2,49\ m = 98,19\ in$$

9. Menentukan Luas Muka Reaktor

Luas muka reaktor untuk tebal *head*< 1 in, digunakan persamaan 5.12 Brownell and Young, sebagai berikut:

$$D_e = OD + \frac{OD}{42} + 2s_f + \frac{2}{3}icr$$

$$D_e = 72 + \frac{72}{42} + 2(3) + \frac{2}{3}(4,375)$$

$$D_e = 82,6310\ in$$

$$A_{total} = A_{shell} + 2A_{tiap\ head}$$

$$A_{total} = \pi DH + 2\left(\frac{\pi}{4}{D_e}^2\right)$$

$$A_{total} = \pi(71,625\ x\ 143,25) + 2\left(\frac{\pi}{4}82,6310^2\right)$$

$$A_{total} = 42937,0458\ in^2 = 27,7013\ m^2$$

10. Menghitung Spesifikasi Pengaduk

a. Menghitung Viskositas

P = 1 atm

T = 55°C

= 328 K

$$\log \mu = A + \frac{B}{T} + CT + DT^2$$

Tabel A.2. Perhitungan viskositas

Komponen	A	B	C	D	μ(cP)
$C_3H_4O_2$	-15,9215	2440,8	0,034383	-2,7677x10^{-5}	0,66
CH_4O	-9,0562	1254,2	0,022383	-2,3538 x10^{-5}	0,38
H_2SO_4	-18,7045	3496,2	0,033080	-1,7018 x10^{-5}	9,42
H_2O	-10,2158	1792,5	0,017730	-1,2631 x10^{-5}	0,51

Komponen	Massa	Kmol	x	μ(cP)	μ.x(cP)
$C_3H_4O_2$	2627,5031	36,4627	0,2718	0,66	0,1796
CH_4O	1374,0550	42,8856	0,3197	0,38	0,1207
H_2SO_4	394,9336	4,0266	0,0300	9,42	0,2827
H_2O	914,6250	50,7843	0,3785	0,51	0,1922
Total	5311,116	134,1593	1		0,7752

μ = 0,7752 cP

μ = 5,2088x10^{-4} lb/ft.s

dipilih pengaduk jenis *marine propeller with 3 blades and pitch 2Di*. Perancangan untuk pengadukan dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model sesuai dengan refrensi buku Brown pada fig. 477 kurva nomor 15 halaman 507 dan tabelnya, diperoleh data sebagai berikut:

$D_t/D_i = 3$

$Z_L/D_i = 3{,}9$

$Z_i/D_i = 1{,}3$

b. Diameter Pengaduk (D_i)

$$D_i = \frac{D_t}{3}$$

$$D_i = \frac{71{,}6250}{3}$$

$$D_i = 23{,}8750\ in = 0{,}6064\ m = 1{,}9896\ ft$$

c. Tinggi Cairan dalam Pengadukan (Z_l)

$$Z_l = D_i\ x\ 3{,}9$$

$$Z_l = 23{,}8750\ x\ 3{,}9$$

$$Z_l = 93{,}1125\ in = 2{,}3615\ m = 7{,}7594\ ft$$

d. Jarak Pengaduk dari Dasar Tangki (Z_i)

$$Z_i = D_i\ x\ 1{,}3$$

$$Z_i = 23{,}8750\ \ x\ 1{,}3$$

$$Z_i = 31{,}0375\ in = 0{,}7884\ m = 2{,}5865\ ft$$

11. Menghitung Jumlah Pengaduk

Menghitung jumlah pengaduk (sesuai refrensi Wallas halaman 288).

Rasio tinggi permukaan cairan dan diameter tangki:

$$\frac{H}{D} = \frac{2{,}7977}{2} = 1{,}6784$$

Berdasarkan refrensi Wallas jumlah pengaduk yang dipakai adalah 1 buah.

12. Trial Nilai rpm (N)

Pada reaksi dengan transfer panas nilai Hp/1000 gallon = 1,5 – 5 dan kecepatan pengaduk (πDN) = 10 – 15 ft/s.

Dipilih πDN = 18,2 ft/s

$$N = \frac{18,2}{\pi D}$$

$$N = \frac{18,2}{\pi(1,9896)}$$

$$N = 2,9137/s = 174,8236/menit$$

13. Menghitung Nilai *Reynold*

$$Re = \frac{\rho N {D_i}^2}{\mu}$$

$$Re = \frac{62,5121\ x\ 2,9137\ x\ 1,9896^2}{5,2088x10^{-4}}$$

$$Re = 1384195,87$$

14. Power Number (Po)

Power number yang didapat dari fig.477 Brown adalah sebesar 0,9

$$P = \frac{N^3\ x\ {D_i}^5\ x\ \rho\ x\ P_o}{gc}$$

$$P = \frac{2,9137^3\ x\ 1,9896^5\ x\ 62,5121\ x\ 0,9}{32,174}$$

$$P = 1348,5221\ lb.ft/s$$

$$P = 2,4519\ hp$$

Diambil Hp/1000 gallon = 1,5

$$Hp = \frac{2Hp}{1000\ gallon}\ x\ volume\ cairan$$

$$Hp = \frac{1,5}{1000}\ x\ 1634,6888$$

$$Hp = 2,4520\ Hp$$

15. Perancangan Jaket Pendingin

a. Menghitung Luas Selimut

$L_{selimut} = \pi\ x\ D_o\ x\ H$

$L_{selimut} = \pi\ x\ 6\ x\ 11{,}9375$

$L_{selimut} = 224{,}9025\ ft^2$

Diketahui:

$Q_{pendinginan} = 300.456{,}17\ \ kj/jam = 284.832{,}45\ \ btu/jam$

b. Menentukan Suhu LMTD

Hot fluid (heavy organic)

Tin = 55 ^oC = 328 K = 131 F

Tout = 55 ^oC = 328 K = 131 F

Cold fluid (water)

Tin = 30 ^oC = 303 K = 86 F

Tout = 45 ^oC = 318 K = 113 F

Fluida panas ^0F		Fluida dingin ^0F	Δt
131	Higher Temp	113	18
131	Lower Temp	86	45

Rumus menentukan suhu LMTD :

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln\left(\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}\right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{18 - 45}{\ln\left[\frac{18}{45}\right]} = 29{,}4666\ °F$$

c. Menghitung Luas Transfer Panas

$$A = \frac{Q}{U_d . \Delta T_{LMTD}}$$

Diambil harga Ud sebesar 50 btu/ft2.F.jam, karena untuk fluida panas *medium organic* dan fluida dingin air nilai Ud berkisar antara 50 sampai 125 btu/ft2.F.jam. Maka diperoleh nilaii luas transfer panas sebesar:

$$A = \frac{284.832,45}{50\ x\ 29,4666}$$

$$A = 193,33\ ft^2$$

Luas selimut > A terhitung, maka luas selimut dapat mencukupi sebagai luas transfer panas sehingga digunakan jaket pendingin.

d. Kebutuhan Medium Pendingin (wc)

Qc = Qh

$$Q_c = w_c\ x\ Cp_c\ x\ \Delta T_c$$

$$w_c = \frac{Q_c}{Cp_c\ x\ \Delta T_c}$$

$$w_c = \frac{300.456,17}{1.371,12}$$

$$w_c = 219,13\ \ kmol/jam = 3.945,56\ \ kg/jam$$

Menghitung kecepatan volumetrik air:

$$Q_v = \frac{m_{air}}{\rho_{air}}$$

$$Q_v = \frac{3.946,56}{0,6991} = 5.645.02\ m^2/jam$$

$$V_{air} = \frac{m}{\rho} x\theta$$

$$V_{air} = 4,53\ m^3$$

$$V_{jaket} = 1,2\ x\ V_{air}$$

$V_{jaket} = 1{,}2\ x\ 4{,}53$

$V_{jaket} = 5{,}44\ m^3$

e. Menentukan Dimensi Jaket Pendingin

Tinggi jaket bernilai 20% dari tinggi cairan dalam *shell*. Jadi tinggi jaket bernilai 2,9927 m. Sedangkan diameter jaket dapat dicari melalui persamaa:

$V_{jaket} = V_2 - V_1$

$V_{jaket} = \left[\left(\frac{\pi}{4} xDj^2\right) xH_{cairan} + 0{,}000049Dj^3\right] - \left[\left(\frac{\pi}{4} xDt^2\right) xH_{cairan} + 0{,}000049Dt^3\right]$

Diameter jaket harus bernilai 20% dari nilai diameter reaktor dengan cara trial dan error pada persamaan V_2. Hasil trial diameter jaket diperoleh sebesar 2,0143 m. Kemudian mencari nilai V_2 sebagai berikut:

$V_2 = \left(\frac{\pi}{4} xDj^2\right) xH_{cairan} + 0{,}000049Dj^3$

$V_2 = \left(\frac{\pi}{4} x2{,}0143^2\right) x2{,}1105 + 0{,}000049(2{,}0143)^3$

$V_2 = 8{,}0666 + 0{,}004$

$V_2 = 8{,}0706\ m^3$

Mencari nilai V_1 sebagai berikut:

$V_1 = \left(\frac{\pi}{4} xDt^2\right) xH_{cairan} + 0{,}000049Dt^3$

$V_1 = \left(\frac{\pi}{4} x1{,}6786^2\right) x2{,}1105 + 0{,}000049(1{,}6786)^3$

$V_1 = 4{,}6704\ m^3$

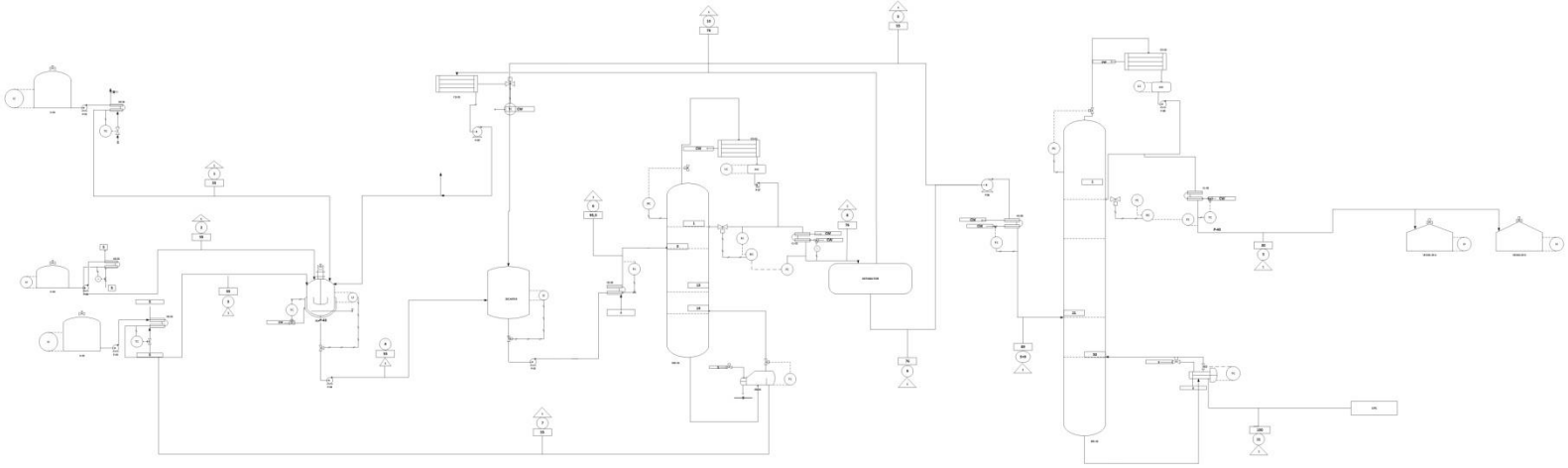
Maka volume jaket:

$V_{jaket} = V_2 - V_1$

$$V_{jaket} = 8{,}0706\ m^3 - 4{,}6704\ m^3$$

$$V_{jaket} = 5{,}4377\ m^3$$

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK
METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN METHANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI
KAPASITAS PRODUKSI 24.000 TON/TAHUN



ARUS MASSA (Kg/Jam)

NO	KOMPONEN	NOMOR ARUS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	asam akrilat	2580,208			52,55		52,55	47,295					
2	air dalam asam akrilat	26,063			0								
3	methanol		1167,815		229,155		229,155		229,155		206,239		
4	air dalam methanol		28,042		0								
5	asam sulfat			39,493	394,934		394,934	355,44					
6	air dalam asam sulfat			0,806	0		0						
7	metil akrilat				3076,293	2768,664	307,629		276,866	276,866		15,228	3030,303
8	air				1613,095	161,31	1451,786	914,625	435,536	435,536		593,861	2,894
jumlah		2606,271	1195,857	40,299	5366,027	2929,974	2436,054	1317,36	941,557	712,402	206,239	609,089	3033,197

KETERANGAN			
ACC	Accumulator	LC	level controller
CD	Condenser	LI	level indikator
CL	Cooler	PC	pressure controller
HE	Heater	TC	temp controller
MD	Menara Distilasi	FC	flow controller
P	Pompa		Nomor arus
R	Reaktor		Temperature
RB	Reboiler		Tekanan
DC	Decanter		sambungan listrik
SP	Separator		
V	Vessel		

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN METHANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS PRODUKSI 24.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :
1. Lutfa Rahmawati (14521090)
2. M. Iqbal Maulana (14521293)

Dosen Pembimbing :
Ir.Tuasikal Muhammad Amin M.Sn NIP.925210101
Venitalitya Alethea S.A S.T NIP.175210103